

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-225703

(43)Date of publication of application : 15.08.2000

51)Int.Cl.

B41J 2/05
B41J 2/175
B41J 2/16

(21)Application number : 11-334369

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 25.11.1999

(72)Inventor : KUBOTA MASAHIKO
SAITO ICHIRO
OZAKI TERUO
IMANAKA YOSHIYUKI
MOCHIZUKI MUGA
KASHINO TOSHIO

(30)Priority

Priority number : 10344723
10344725Priority date : 03.12.1998
03.12.1998

Priority country : JP

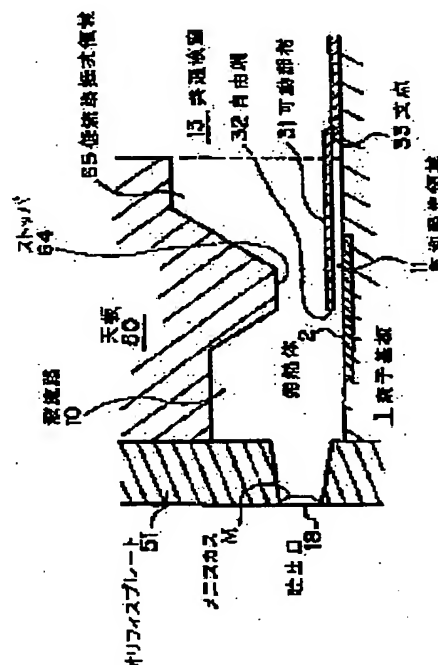
JP

(54) LIQUID JET HEAD, HEAD CARTRIDGE AND LIQUID JET DEVICE HAVING THE SAME MOUNTED THEREON AND MANUFACTURE OF LIQUID JET HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stabilize an ejection characteristic of a liquid jet head and to improve the reliability thereof.

SOLUTION: This liquid jet head comprises an element substrate 1 having a heating element 2 for generating bubbles in a liquid provided thereon and a top plate 50 for forming a liquid passage 10 between the plate and the element substrate 1. The liquid passage 10 communicates with a jet nozzle 18 for ejecting a liquid drop. A movable member 31 is supported to be fixed to the element substrate 1 at a portion opposite to the heating element 2 such that the movable member 31 at a side of the jet nozzle 18 as a free-end 32 has a gap with the element substrate 1. The movable member 31 is formed from two or more film forming processes.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-225703

(P2000-225703A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ト (参考)
B 4 1 J	2/05	B 4 1 J	3/04
	2/175		1 0 3 B
	2/16		1 0 2 Z
			1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平11-334369

(22) 出願日 平成11年11月25日 (1999. 11. 25)

(31) 優先権主張番号 特願平10-344723

(32) 優先日 平成10年12月3日 (1998. 12. 3)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-344725

(32) 優先日 平成10年12月3日 (1998. 12. 3)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 久保田 雅彦
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 斉藤 一郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100088328
弁理士 金田 暢之 (外2名)

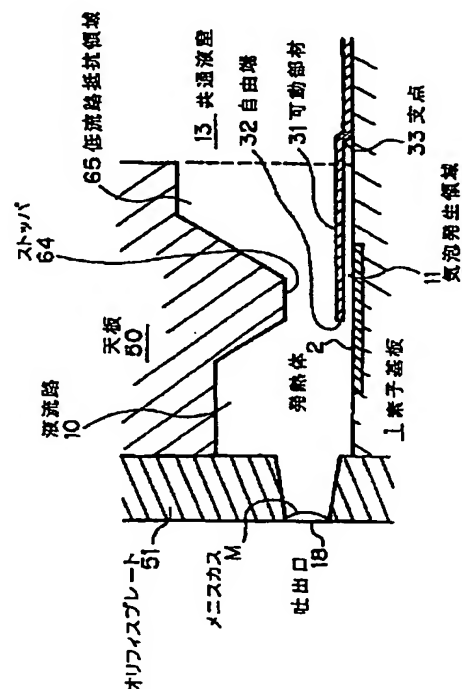
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出ヘッド、該液体吐出ヘッドが搭載されたヘッドカートリッジと液体吐出装置、及び該液体吐出ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 液体吐出ヘッドの吐出特性を安定させ、かつ信頼性を向上させる。

【解決手段】 液体吐出ヘッドは、液体に気泡を発生させるための発熱体2が設けられた素子基板1と、素子基板1との間に液流路10を形成する天板50とを有している。液流路10は、液体を吐出するための吐出口18に連通されている。素子基板1の発熱体2に対面する位置には、可動部材31が、素子基板1との間に間隙をおいて、吐出口18側を自由端32として素子基板1に支持固定されている。可動部材31は、少なくとも2回以上の成膜工程により形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液体を吐出するための吐出口と、
該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通
された液流路と、

該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるため
の発熱体が備えられた基板と、

前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との
間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基
板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、
前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、
前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支
持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出
口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口か
ら吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、
前記可動部材は、少なくとも 2 回以上の成膜工程により
形成されることを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項 2】 前記 2 回以上の成膜工程において、シリ
コンを成分として含む膜が成膜される請求項 1 に記載の
液体吐出ヘッド。

【請求項 3】 前記可動部材の材料は、窒化シリコン、
酸化シリコンまたは炭化シリコンである請求項 2 に記載
の液体吐出ヘッド。

【請求項 4】 前記可動部材を構成する各層の間に酸化
薄膜を有する請求項 1 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 5】 前記可動部材はプラズマ CVD 法により
形成されたものである請求項 1 に記載の液体吐出ヘッ
ド。

【請求項 6】 前記可動部材の外周端面は、前記可動部
材の厚み方向にノコギリ歯状である請求項 1 から 5 のい
ずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 7】 前記可動部材の外周端面は、前記可動部
材の厚み方向に交差する方向にノコギリ歯状である請求
項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 8】 液体を吐出するための吐出口と、
該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通
された液流路と、

該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるため
の発熱体が備えられた基板と、

前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との
間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基
板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、
前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、
前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支
持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出
口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口か
ら吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、
前記可動部材は、隣接する領域でヤング率が互いに異な
る層が 3 層以上に積層された構造に形成されていること
を特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項 9】 前記可動部材は、ヤング率が比較的に低

い層が、ヤング率が比較的に高い層の間に挟まれた構造
を有している請求項 8 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 10】 前記ヤング率が比較的に低い層を形成
する材料は酸化シリコンである請求項 9 に記載の液体吐
出ヘッド。

【請求項 11】 前記ヤング率が比較的に高い層を形成
する材料は窒化シリコンまたは炭化シリコンである請求
項 9 または 10 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 12】 前記可動部材は同一の材料で形成され
るとともに、前記ヤング率が比較的に低い層は、前記ヤ
ング率が比較的に高い層に比べて材料の密度が疎である
請求項 9 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 13】 前記可動部材の支持固定部と前記基板
との間に台座部が設けられている請求項 8 から 12 のい
ずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 14】 前記台座部の材料には Ti が含まれて
いる請求項 13 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 15】 前記台座部の材料にはタンタルが含ま
れている請求項 13 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 16】 前記可動部材の外周端面は、前記可動
部材の厚み方向にノコギリ歯状である請求項 8 から 15
のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 17】 前記可動部材の外周端面は、前記可動
部材の厚み方向に交差する方向にノコギリ歯状である請
求項 8 から 16 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッ
ド。

【請求項 18】 液体を吐出するための吐出口と、
該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通
された液流路と、

該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるため
の発熱体が備えられた基板と、

前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との
間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基
板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、
前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、
前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支
持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出
口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口か
ら吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、
前記可動部材の外周端面は、前記可動部材の厚み方向に
ノコギリ歯状であることを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項 19】 液体を吐出するための吐出口と、
該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通
された液流路と、

該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるため
の発熱体が備えられた基板と、

前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との
間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基
板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、
前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、

前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記可動部材の外周端面は、前記可動部材の厚み方向に交差する方向にノコギリ歯状であることを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項20】 前記可動部材は1回の成膜工程により形成される請求項18または19に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項21】 液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記基板との接合領域における前記可動部材を形成する材料の密度が、他の領域における前記可動部材を形成する材料の密度に比べて小さいことを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項22】 液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記可動部材の支持固定部と前記基板との間には台座部が設けられているとともに、前記台座部との接合領域における前記可動部材を形成する材料の密度が、他の領域における前記可動部材を形成する材料の密度に比べて小さいことを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項23】 請求項1から22のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドと、該液体吐出ヘッドに供給される液体を保持する液体容器とを有するヘッドカートリッジ。

【請求項24】 請求項1から22のいずれか1項に記

載の液体吐出ヘッドと、該液体吐出ヘッドから液体を吐出させるための駆動信号を供給する駆動信号供給手段とを有し、前記液体吐出ヘッドからインクを吐出し、被記録媒体に前記インクを付着させることで記録を行う液体吐出装置。

【請求項25】 液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、

- 10 該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板部に支持固定された可動部材とを備え、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、
- 20 前記基板の上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程と、前記基板および前記間隙形成部材の上に、前記可動部材をなす可動部材用基材部を成膜する第1の可動部材用基材部成膜工程と、該第1の可動部材用基材部成膜工程の後に、さらに前記可動部材をなす可動部材用基材部を成膜する第2の可動部材用基材部成膜工程と、前記可動部材用基材部をパターンニングして前記可動部材を形成する工程と、
- 30 前記間隙形成部材を除去する工程とを有することを特徴とする液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項26】 前記可動部材用基材部を形成する材料は、窒化シリコン、酸化シリコンまたは炭化シリコンである請求項25に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項27】 前記第1の可動部材用基材部成膜工程と、前記第2の可動部材用基材部成膜工程との間に、前記第1の可動部材用基材部成膜工程により成膜された膜の表面に酸化薄膜を形成する工程を有する請求項25に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

- 40 【請求項28】 前記酸化薄膜を、前記第1の可動部材用基材部成膜工程において前記シリコンを含む材料の層を真空中で形成した後、前記基板を大気中に放置することで形成する請求項27に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項29】 前記第1および第2の可動部材用基材部成膜工程において、前記シリコンを含む材料の層を、プラズマCVD法により形成する請求項25に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

- 50 【請求項30】 前記第1の可動部材用基材部成膜工程として、前記シリコンを含む材料の層をプラズマCVD

法により真空中で形成した後、真空状態を保ちながら、前記第2の可動部材用基材部成膜工程として、前記シリコンを含む材料の層をプラズマCVD法により真空中で形成する請求項25に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項31】 前記間隙形成部材を形成する工程は、アルミニウムまたはアルミニウム合金をスパッタリングする工程を有する請求項25から30のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項32】 前記間隙形成部材を除去する工程は、りん酸、硝酸及び塩酸の混合液による加温エッチングである請求項25から31のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項33】 液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを備え、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記基板上に電気接続用のパッドを保護するパッド保護層を形成する工程と、前記基板および前記パッド保護層上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程と、前記基板、前記パッド保護層および前記間隙形成部材上に、隣接する領域でヤング率が互いに異なる層を3層以上に積層し、前記可動部材をなす可動部材用基材部を形成する工程と、前記可動部材用基材部をパターニングして前記可動部材を形成する工程と、前記間隙形成部材を除去する工程と、前記パッド保護層の露出されている部分を除去する工程とを有することを特徴とする液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項34】 前記可動部材用基材部を形成する工程は、ヤング率が比較的に低い層がヤング率が比較的に高い層の間に挟まれた構造を形成する工程を有する請求項33に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項35】 前記可動部材用基材部を形成する工程において、該可動部材用基材部は同一の材料で形成されるとともに、前記ヤング率が比較的に低い層は、前記ヤング率が比較的に高い層に比べて材料の密度が疎である請求項34に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項36】 前記可動部材用基材部を形成する工程

において、該可動部材はCVD法により形成されるとともに、前記ヤング率が比較的に低い層を形成する際のCVD反応室内の温度が、前記ヤング率が比較的に高い層を形成する際のCVD反応室内の温度に比べて低い、請求項34に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項37】 前記可動部材用基材部をパターニングして前記可動部材を形成する工程は、前記可動部材の外周面をノコギリ歯状に形成する工程を有する請求項33から36のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項38】 前記パッド保護層の材料としてTiWを用い、スパッタリング法により前記パッド保護層を形成する請求項33から37のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項39】 前記間隙形成部材の材料としてアルミニウムまたはアルミニウムを含む合金を用い、スパッタリング法により前記間隙形成部材を形成する請求項33から38のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項40】 前記アルミニウムを含む合金として、Al-Cu、Al-Ni、Al-Cr、Al-CoまたはAl-Feを用いる請求項39に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項41】 前記基板および前記パッド保護層上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程の前に、前記可動部材の支持固定部と前記基板との間に設けられる台座部を形成する工程を有する請求項33から40のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項42】 前記台座部の材料にTiを含ませる請求項41に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項43】 前記台座部の材料にタンタルを含ませる請求項41に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項44】 前記間隙形成部材を除去する工程は、酢酸、りん酸および硝酸の混合液を用いて前記間隙形成部材の加温エッチングを行う工程である請求項33から43のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項45】 前記パッド保護層の露出されている部分を除去する工程は、過酸化水素を用いて前記パッド保護層のエッチングを行う工程である請求項33から44のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項46】 液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを備え、

前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記基板上に電気接続用のパッドを保護するパッド保護層を形成する工程と、前記基板および前記パッド保護層上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程と、前記基板、前記パッド保護層および前記間隙形成部材上に、前記可動部材をなす可動部材用基材部を、前記基板との接合領域における前記可動部材を形成する材料の密度が、他の領域における前記可動部材を形成する材料の密度に比べて小さくなるように形成する工程と、前記可動部材用基材部をパターンニングして前記可動部材を形成する工程と、前記間隙形成部材を除去する工程と、前記パッド保護層の露出されている部分を除去する工程とを有することを特徴とする液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 47】 前記可動部材用基材部を形成する工程において、該可動部材用基材部は CVD 法により形成されるとともに、前記可動部材の前記基板との接合領域を形成する際の CVD 反応室内の温度が、前記可動部材の他の領域を形成する際の CVD 反応室内の温度に比べて低い、請求項 46 に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 48】 前記可動部材用基材部を形成する工程において、該可動部材用基材部は CVD 法により形成されるとともに、前記可動部材の前記基板との接合領域を形成する際の CVD 反応室内のガス濃度が、前記可動部材の他の領域を形成する際の CVD 反応室内のガス濃度に比べて低い、請求項 46 に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 49】 前記可動部材用基材部を形成する工程において、該可動部材用基材部は CVD 法により形成されるとともに、前記可動部材の前記基板との接合領域を形成する際の CVD 反応室内の真空度が、前記可動部材の他の領域を形成する際の CVD 反応室内の真空度に比べて低い、請求項 46 に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 50】 液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを備え、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支

持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記基板上に電気接続用のパッドを保護するパッド保護層を形成する工程と、前記可動部材の支持固定部と前記基板との間に設けられる台座部を形成する工程と、前記基板および前記パッド保護層上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程と、前記台座、前記パッド保護層および前記間隙形成部材上に、前記可動部材をなす可動部材用基材部を、前記台座との接合領域における前記可動部材を形成する材料の密度が、他の領域における前記可動部材を形成する材料の密度に比べて小さくなるように形成する工程と、前記可動部材用基材部をパターンニングして前記可動部材を形成する工程と、前記間隙形成部材を除去する工程と、前記パッド保護層の露出されている部分を除去する工程とを有することを特徴とする液体吐出ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複写機・ファクシミリ・ワープロ・ホストコンピュータ等の出力用端末としてのプリンタ、ビデオプリンタ等に用いられる液体吐出ヘッド、該液体吐出ヘッドの製造方法、前記液体吐出ヘッドが搭載されたヘッドカートリッジおよび液体吐出装置に関する。特に、記録のためのエネルギーとして利用される熱エネルギーを発生する電気熱変換素子を形成した基体を有し、記録用の液体（インク等）を飛翔液滴として吐出口（オリフィス）から吐出させて、記録媒体に付着させることによって記録を行う液体吐出ヘッド、該液体吐出ヘッドの製造方法、前記液体吐出ヘッドが搭載されたヘッドカートリッジおよび液体吐出装置に関する。

【0002】 なお、本発明における「記録」とは、文字や図形等の意味を持つ画像を被記録媒体に対して付与することだけでなく、パターン等の意味を持たない画像を付与することも意味するものである。

【0003】

【従来の技術】 熱等のエネルギーをインクに与えることで、インクに急激な体積変化を伴う状態変化を生じさせ、このインクの状態変化に基づく作用力によって吐出口からインクを吐出し、これを被記録媒体上に付着させて画像形成を行うインクジェット記録方法、いわゆるバブルジェット記録方法が従来から知られている。このバブルジェット記録方法を用いる記録装置には、米国特許第 4,723,129 号明細書に開示されているように、インクを吐出するための吐出口と、この吐出口に連通するインク流路と、インク流路内に配されたインクを

吐出するためのエネルギー発生手段としての発熱体（電気熱変換体）とが一般的に設けられている。

【0004】このような記録方法によれば、品位の高い画像を高速、低騒音で記録することができるとともに、この記録方法を行うヘッドではインクを吐出するための吐出口を高密度に配置することができるため、小型の装置で高解像度の記録画像、さらにカラー画像をも容易に得ることができるという多くの優れた利点を有している。このため、このバブルジェット記録方法は、近年、プリンター、複写機、ファクシミリなどの多くのオフィス機器に利用されており、さらに、捺染装置などの産業用システムにまで利用されるようになってきている。

【0005】このようなバブルジェット技術が多方面の製品に利用されるに従って、次のような様々な要求が近年さらに高まっている。

【0006】例えば、エネルギー効率の向上の要求に対する検討としては、発熱体の保護膜の厚さを調整するといった発熱体の最適化が挙げられる。この手法は、発生した熱の液体への伝搬効率を向上させる点で効果がある。

【0007】また、高画質な画像を得るために、インクの吐出スピードが速く、安定した気泡発生に基づく良好なインク吐出を行える液体吐出方法などを与えるための駆動条件が提案されたり、また、高速記録の観点から、吐出された液体の液流路内への充填速度の速い液体吐出ヘッドを得るために液流路の形状を改良したものも提案されたりしている。

【0008】また、液体吐出の原理に立ち返り、従来では得られなかった気泡を利用した新規な液体吐出方法及びそれに用いられるヘッド等を提供すべく鋭意研究を行い、特開平9-201966号等が提案されている。

【0009】ここで、特開平9-201966号公報等に開示されている従来の液体吐出方法およびそれに用いられるヘッドを、図19等を参照して説明する。図19は従来の液体吐出ヘッドにおける吐出原理を説明するための図であり、液流路方向の断面図である。また、図20は図19に示した液体吐出ヘッドの部分破断斜視図である。図19等に示す液体吐出ヘッドは、液体を吐出する際に、気泡に基づく圧力の伝搬方向や気泡の成長方向を制御して吐出力や吐出効率を向上する最も基本となる構成のものである。

【0010】なお、以下の説明で用いる「上流」および「下流」とは、液体の供給源から気泡発生領域（又は可動部材）の上方を経て、吐出口へ向かう液体の流れ方向に関して、又はこの構成上の方角に関しての表現として表されている。

【0011】気泡自体に関する「下流側」とは、主として液滴の吐出に直接作用するとされる気泡の吐出口側部分を代表する。より具体的には気泡の中心に対して、上記流れ方向や上記構成上の方角に関する下流側、又は、

発熱体にその面積中心よりも下流側の領域で発生する気泡を意味する。

【0012】さらに、「櫛歯」とは、可動部材の支点部が共通部材になっており、自由端の前方が開放されている形状を意味する。

【0013】図19に示す例では、液体吐出ヘッドは、液体を吐出するための吐出エネルギー発生素子として、液体に熱エネルギーを作用させる発熱体1102が素子基板1101に設けられており、この素子基板1101上に発熱体1102に対応して液流路1103が配されている。液流路1103は吐出口1104に連通していると共に、複数の液流路1103に液体を供給するための共通液室1105に連通しており、吐出口1104から吐出された液体に見合う量の液体をこの共通液室1105から受け取る。

【0014】この液流路1103の素子基板1101上には、前述の発熱体1102に対向するように面して、金属等の弾性を有する材料で構成され、平面部を有する板状の可動部材1106が片持梁状に設けられている。この可動部材1106の一端は液流路1103の壁や素子基板1101上に感光性樹脂などをパターンニングして形成した台座（支持部材）1107等に固定されている。これにより、可動部材1106は台座1107に保持され、支点（支点部分）1108が構成されている。

【0015】また、可動部材1106を櫛歯状にすることにより、簡易にかつ安価に可動部材1106を作製することができ、台座1107に対するアライメントも容易にできる。

【0016】この可動部材1106は、液体の吐出動作によって共通液室1105から可動部材1106の上方を経て吐出口1104側へ流れる大きな流れの上流側に支点（支点部分：固定端）1108を持ち、この支点1108に対して下流側に自由端1109を持つように、発熱体1102に面した位置に発熱体1102を覆うような状態で発熱体1102から15 μ m程度の距離を隔てて配されている。この発熱体1102と可動部材1106との間が気泡発生領域1110となる。

【0017】発熱体1102を発熱させることで可動部材1106と発熱体1102との間の気泡発生領域1110の液体に熱を作用し、その液体に米国特許4,723,129号明細書等の公報に記載されているような膜沸騰現象に基づく気泡1111を発生させる（図19

（b）参照）。気泡1111の発生に基づく圧力と気泡1111とは可動部材1106に優先的に作用し、可動部材1106は図19（b）、（c）もしくは図20で示されるように支点1108を中心に吐出口1104側に大きく開くように変位する。可動部材1106の変位もしくは変位した状態によって気泡1111の発生に基づく圧力の伝搬や気泡1111自身の成長が吐出口1104側に導かれる。また、このとき、自由端1109の

10

20

30

40

50

先端部が幅を有しているため、気泡 1111 の発泡パワーを吐出口 1104 側へ導きやすくなり、液滴の吐出効率や吐出力または吐出速度等の根本的な向上を図ることができる。

【0018】上記説明したように、特開平 9-201966 号等に開示された技術は、液路中の可動部材の支点と自由端との位置関係を、吐出口側つまり下流側に自由端が位置する関係にすること、また可動部材を発熱体もしくは気泡発生領域に面して配置することで、積極的に気泡を制御する技術である。

【0019】また、図 21 に従来の液体吐出ヘッドの他の例を示す。図 21 に示す液体吐出ヘッドの素子基板 1201、発熱体 1202、液流路 1203、吐出口 1204、共通液室 1205 および気泡発生領域 1209 の各構成は、図 20 に示した液体吐出ヘッドと同様であるので、詳しい説明は省略する。

【0020】本例の液体吐出ヘッドでは、片持梁状に形成された可動部材 1206 の一端に段差部 1206a が設けられており、素子基板 1201 上に可動部材 1206 が直接固定されている。これにより、可動部材 1206 は素子基板 1201 上に保持され、支点（支点部分）1207 が構成されるとともに、この支点 1207 に対して下流側に自由端（自由端部分）1208 が構成される。

【0021】上記説明したように、可動部材の固定部分に台座を設けたり、あるいは可動部材の固定部分に段差部を設けたりすることにより、可動部材と発熱体との間に 1~20 μm 程度のギャップが構成され、可動部材による液体吐出効率の向上効果が十分に引き出される。従って、上述したような極めて新規な吐出原理に基づく液体吐出ヘッド等によると、発生する気泡とこれによって変位する可動部材との相乗効果を得ることができ、吐出口近傍の液体を効率よく吐出できる。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、基本的に従来の気泡、特に膜沸騰に伴う気泡を液流路中に形成して液体を吐出する方式の、根本的な吐出特性を、従来では予想できない水準に高めることを主たる課題とする。

【0023】発明者たちは、従来では得られなかった気泡を利用した新規な液滴吐出方法、およびその方法を用いたヘッドなどを提供すべく鋭意研究を行った。このとき、液流路中の可動部材の機構の原理を解析するといった液流路中の可動部材の動作を起点とする第 1 技術解析、および気泡による液滴吐出原理を起点とする第 2 技術解析、さらには、気泡形成用の発熱体の気泡形成領域を起点とする第 3 技術解析を行い、これらの解析によって、可動部材の支点と自由端の位置関係を吐出口側つまり下流側に自由端が位置する関係にすること、また可動部材を発熱体もしくは、気泡発生領域に面して配することで積極的に気泡を制御する全く新規な技術を確立する

に至った。

【0024】次に、気泡自体が吐出量に与えるエネルギーを考慮すると、気泡の下流側の成長成分を考慮することが吐出特性を格段に向上できる要因として最大であるとの知見に至った。つまり、気泡の下流側の成長成分を吐出方向へ効率よく変換させることこそ吐出効率、吐出速度の向上をもたらすことも判明した。

【0025】さらに、気泡を形成するための発熱領域、例えば電気熱変換体の液体の流れ方向の面積中心を通る中心線から下流側、あるいは、発熱を司る面における面積中心などの気泡下流側の成長にかかわる可動部材や液流路などに構造的要素を勘案することも好ましいということがわかった。

【0026】また、一方、可動部材の配置と液供給路の構造を考慮することで、リフィル速度を大幅に向上することができることがわかった。

【0027】本発明の目的は、気泡の発生に基づく圧力による可動部材の自由端の変位を利用して液体を吐出する際に、吐出特性が安定した、信頼性の高い液体吐出ヘッド、該液体吐出ヘッドが搭載されたヘッドカートリッジおよび液体吐出装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、前記の液体吐出ヘッドの可動部材などを高い精度で、かつ、高密度に形成することができる液体吐出ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の液体吐出ヘッドは、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記可動部材は、少なくとも 2 回以上の成膜工程により形成されることを特徴とする。

【0029】上記のとおり構成された液体吐出ヘッドでは、可動部材が、少なくとも 2 回以上の成膜工程により形成されているので、各成膜工程におけるグレイン成長が各成膜工程ごとに遮断され、粒界の繋がりが断たれる。これにより、可動部材、特に支点部の強度が向上し、耐久性が向上する。材料としてはシリコンを含む材料が好ましく、具体的には窒化シリコン、酸化シリコンまたは炭化シリコンが好ましい。

【0030】また、シリコンを含む材料の層のグレイン成長を各層ごとにより効果的に遮断させるためには、前

記可動部材を構成する各層の間に酸化薄膜を有することが好ましい。上述したような、シリコンを含む材料からなる可動部材は、プラズマCVDにより形成することができる。

【0031】さらに、可動部材の外周端面が、可動部材の厚み方向にノコギリ歯状のものであってもよい。

【0032】なお、本発明における1回の成膜工程とは、後述する実施例中にて詳細に説明するが、各工程により成膜された膜の基板側とその反対側とで密度や組成等が異なるような成膜工程のことであり、例えばCVD装置内で成膜中に温度変化が連続して数サイクル繰り返される場合にはその1サイクル分を1回の成膜工程、とみなすものとする。

【0033】上記目的を達成するための本発明の他の形態の液体吐出ヘッドは、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記可動部材は、隣接する領域でヤング率が互いに異なる層が3層以上に積層された構造に形成されていることを特徴とする。

【0034】ここで、本発明における「層」とは、前述の1回の成膜工程により形成される「膜」とは異なり、隣接する層との密度や組成が異なるものを示す。なお、隣接する層とは明確な区切りがあってもよいが、隣接する層と明確な区切りがなくても本発明の「層」に含まれるものとする。

【0035】上述の構成によれば、隣接する領域でヤング率が互いに異なる層が3層以上に積層された構造に形成されていることにより、可動部材内部でのグレインの成長が遮断されて、粒界の繋がりが絶たれるので、可動部材の変位に伴う可動部分（特に支点部）のしなりに対する許容度が増し、可動部材の強度を向上させて、可動部材の耐久性を向上させることが可能となる。

【0036】さらに、前記可動部材は、ヤング率が比較的に低い材料からなる層が、ヤング率が比較的に高い材料からなる層の間に挟まれた構造を有している構成とすることが好ましい。

【0037】さらには、前記ヤング率が比較的に低い材料は酸化シリコンである構成としてもよく、前記ヤング率が比較的に高い材料は窒化シリコンまたは炭化シリコンである構成としてもよい。また、前記アルミニウムを含む合金は、Al-Cu、Al-Ni、Al-Cr、Al

1-CoまたはAl-Feである構成としてもよい。また、前記可動部材の支持固定部と前記基板との間に台座部が設けられている構成とすることにより、可動部材の支持固定部と基板との接続強度が増し、可動部材の機械的な耐久性が一層向上する。

【0038】さらに、前記台座部の材料にはTiが含まれている構成としてもよく、前記台座部の材料にはタンタルが含まれている構成としてもよい。

【0039】また、本発明のさらに他の形態の液体吐出ヘッドは、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記可動部材の外周端面は、前記可動部材の厚み方向にノコギリ歯状であることを特徴とする。

【0040】ここで、本発明における、「厚み方向にノコギリ歯状である」とは、可動部材の厚み方向に直交する断面の面積及び外周長さが、それぞれ例えば大→小→大と変化することを意味するものである。

【0041】発熱体により発生する気泡の発生及び消滅によりノズル内のインクに流れが生じ、可動部材が変位する際には、このようなノコギリ歯状の外周端面により乱流が発生する。その結果、微小気泡が流路中および共通液室内にあったとしても、それを吐出口を介して吐出させ、共通液室側に移動することを抑制する作用がある。

【0042】また、本発明のさらに他の形態の液体吐出ヘッドは、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記可動部材の外周端面は、前記可動部材の厚み方向に交差する方向にノコギリ歯状であることを特徴とする。

【0043】ここで、本発明における、「厚み方向に交

差する方向にノコギリ歯状である」とは、可動部材の厚み方向に直交する任意の断面の外周部が、微小な凹凸部を有していることを意味するものである。

【0044】上述の構造によれば、ノズル側壁と可動部材との微小な隙間にはインク層が存在する。発熱体により発生する気泡の発生及び消滅により発生するノズル内のインク流れにより可動部材が上下に変位する際に、可動部材には摺り応力が働く。可動部材の応答性を向上させるためには、この摺り応力を低下させる必要があるが、上述の構造によりノズル側壁と可動部材との微小な隙間にはインク層が存在することで、インクの流れを公報側に抑制する可動部材の機能を損ねることなく摺り応力を低下させ、可動部材の応答性を向上させることが出来る。

【0045】また、本発明のさらに他の形態の液体吐出ヘッドは、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記基板との接合領域における前記可動部材を形成する材料の密度が、他の領域における前記可動部材を形成する材料の密度に比べて小さいことを特徴とする。

【0046】また、さらに他の形態による本発明の液体吐出ヘッドは、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを少なくとも有し、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドにおいて、前記可動部材の支持固定部と前記基板との間には台座部が設けられていたともに、前記台座部との接合領域における前記可動部材を形成する材料の密度が、他の領域における前記可動部材を形成する材料の密度に比べて小さいことを特徴とする。

【0047】上述の構成によれば、可動部材の基板表面（あるいは台座）との接合領域に疎の領域を形成することで、可動部材形成時の急激な応力変化を抑制するこ

とができる。その結果、接合領域での可動部材と基板表面（あるいは台座）との結合力を強固にすることが出来るので、気泡の発生に基づく圧力による可動部材の自由端の変位を利用して液体を吐出する際に、吐出特性が安定した信頼性の高い液体吐出ヘッドを提供することが出来る。

【0048】本発明のヘッドカートリッジは、上記本発明の液体吐出ヘッドと、該液体吐出ヘッドに供給される液体を保持する液体容器とを有する。

10 【0049】本発明の液体吐出装置は、上記本発明の液体吐出ヘッドと、該液体吐出ヘッドから液体を吐出させるための駆動信号を供給する駆動信号供給手段とを有する。

【0050】また、本発明の液体吐出ヘッドの製造方法は、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板部に支持固定された可動部材とを備え、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記基板の上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程と、前記基板および前記間隙形成部材の上に、前記可動部材をなす可動部材用基材部を成膜する第1の可動部材用基材部成膜工程と、該第1の可動部材用基材部成膜工程の後に、さらに前記可動部材をなす可動部材用基材部を成膜する第2の可動部材用基材部成膜工程と、前記可動部材用基材部をパターンニングして前記可動部材を形成する工程と、前記間隙形成部材を除去する工程とを有することを特徴とする。

【0051】上述の製造方法によれば、可動部材用基材部を形成する工程を複数回設けることで、耐久性に優れた可動部材が作製される。可動部材用基材部の材料としてはシリコンを含むものが望ましく、具体的には、窒化シリコン、酸化シリコンまたは炭化シリコンであることが好ましい。

40 【0052】また、シリコンを含む材料を積層する際、シリコンを含む材料からなる層の表面に酸化薄膜を形成し、この酸化薄膜の上に次の層を形成することで、各層の間でのグレイン成長が酸化薄膜で遮断されるので、可動部材の耐久性がより効果的に向上する。このような酸化薄膜は、シリコンを含む材料の層を真空中で形成した後、基板を大気中に放置することで形成することができ、特に、シリコンを含む材料の層はプラズマCVD法により形成することができる。

50 【0053】さらに、間隙形成部材は、アルミニウムま

たはアルミニウム合金をスパッタリングすることにより形成してもよいし、間隙形成部材の除去は、酢酸、硝酸及び塩酸の混合液による加温エッチングにより行ってもよい。これにより、可動部材の外周端面がノコギリ歯状となる。

【0054】本発明のさらに他の形態の液体吐出ヘッドの製造方法は、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを備え、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記基板上に電気接続用のパッドを保護するパッド保護層を形成する工程と、前記基板および前記パッド保護層上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程と、前記基板、前記パッド保護層および前記間隙形成部材上に、隣接する領域でヤング率が互いに異なる層を3層以上に積層し、前記可動部材をなす可動部材用基材部を形成する工程と、前記可動部材用基材部をパターンニングして前記可動部材を形成する工程と、前記間隙形成部材を除去する工程と、前記パッド保護層の露出されている部分を除去する工程とを有することを特徴とする。

【0055】これにより、可動部材の変位に伴う可動部分（特に支点部）のしなりに対する許容量が増し、可動部材の強度を向上させて、可動部材の耐久性を向上させることが可能となる液体吐出ヘッドが製造される。

【0056】さらに、前記可動部材用基材部をパターンニングして前記可動部材を形成する工程は、ヤング率が比較的に低い材料からなる層がヤング率が比較的に高い材料からなる層の間に挟まれた構造を形成する工程を有する構成とすることが好ましい。

【0057】また、さらに他の形態による本発明の液体吐出ヘッドの製造方法は、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを備え、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記基板上に電気接続

用のパッドを保護するパッド保護層を形成する工程と、前記基板および前記パッド保護層上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程と、前記基板、前記パッド保護層および前記間隙形成部材上に、前記可動部材をなす可動部材用基材部を、前記基板との接合領域における前記可動部材を形成する材料の密度が、他の領域における前記可動部材を形成する材料の密度に比べて小さくなるように形成する工程と、前記可動部材用基材部をパターンニングして前記可動部材を形成する工程と、前記間隙形成部材を除去する工程と、前記パッド保護層の露出されている部分を除去する工程とを有することを特徴とする。

【0058】さらに他の形態の本発明の液体吐出ヘッドの製造方法は、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に前記液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路と、該液流路に充填された前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記基板の前記発熱体に対面する位置に、前記基板との間に間隙をおいて、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定された可動部材とを備え、前記気泡が発生されることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端が前記可動部材の前記基板との支持固定部付近に構成された支点部を中心として前記吐出口側に変位されることにより、前記液体を前記吐出口から吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記基板上に電気接続用のパッドを保護するパッド保護層を形成する工程と、前記可動部材の支持固定部と前記基板との間に設けられる台座部を形成する工程と、前記基板および前記パッド保護層上に前記間隙を形成するための間隙形成部材を形成する工程と、前記台座、前記パッド保護層および前記間隙形成部材上に、前記可動部材をなす可動部材用基材部を、前記台座との接合領域における前記可動部材を形成する材料の密度が、他の領域における前記可動部材を形成する材料の密度に比べて小さくなるように形成する工程と、前記可動部材用基材部をパターンニングして前記可動部材を形成する工程と、前記間隙形成部材を除去する工程と、前記パッド保護層の露出されている部分を除去する工程とを有することを特徴とする。

【0059】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0060】図1は、本発明の液体吐出ヘッド用基体のインク路に相当する部分の断面図を示すものである。図1において、符号101はシリコン基板、符号102は蓄熱層であるところの熱酸化膜を示す。符号103は蓄熱層を兼ねる層間膜であるところの SiO_2 膜または Si_3N_4 膜、符号104は抵抗層、符号105はAlまたはAl-Si、Al-Cu等のAl合金配線、符号106は保護膜であるところの SiO_2 膜または Si_3N_4 膜を示す。符号107は抵抗層104の発熱に伴う化学的

・物理的衝撃から保護膜106を守るための耐キャビテーション膜を示す。また、符号108は、電極配線105が形成されていない領域の抵抗層104の熱作用部を示す。これらの駆動素子は、半導体技術によりSi基板に形成され、熱作用部が同一基板に更に形成される。

【0061】図2に、液体吐出ヘッド用基体の主要素子を縦断するように切断した時の模式的断面図を示す。

【0062】P導電体のSi基板401に、一般的なMosプロセスを用いイオンプラレーション等の不純物導入および拡散によりN型ウェル領域402にP-Mos 450、p型ウェル領域403にN-Mos 451が構成される。P-Mos 450およびN-Mos 451は、それぞれ厚さ数百Åのゲート絶縁膜408を介して4000Å以上5000Å以下の厚さにCVD法で堆積したpoly-Siによるゲート配線415およびN型あるいはP型の不純物導入をしたソース領域405、ドレイン領域406等で構成され、それらP-MosとN-MosによりC-Mosロジックが構成される。

【0063】また、素子駆動用N-Mosトランジスタは、やはり不純物導入および拡散等の工程によりP-ウェル基板中にドレイン領域411、ソース領域412およびゲート配線413等で構成される。

【0064】なお、本実施例では、N-Mosトランジスタを使った構成で説明しているが、複数の発熱素子を個別に駆動できる能力を持ち、かつ、上述したような微細構造を達成できる機能を持つトランジスタであれば、これに限らない。

【0065】また、各素子間は、500Å以上1000Å以下の厚さのフィールド酸化により、酸化膜分離領域453を形成し、素子分離されている。このフィールド酸化膜は、熱作用部108下においては一層目の蓄熱層414として作用する。

【0066】各素子が形成された後、層間絶縁膜416が約7000Åの厚さにCVD法によるPSG (Phospho-Silicate Glass)、BPSG (Boron-doped Phospho-Silicate Glass) 膜等で堆積され、熱処理により平坦化処理等をされてからコンタクトホールを介し、第1の配線層となるA1電極417により配線が行われている。その後、プラズマCVD法によるSiO₂膜等の層間絶縁膜418を10000Å以上15000Å以下の厚さに堆積し、更にスルーホールを介して、抵抗層104として約1000Åの厚さのTa_{0.8}N_{0.2}膜をDCスパッタ法により形成した。その後、各発熱体への配線となる第2の配線層A1電極を形成した。

【0067】次に、保護膜106は、プラズマCVDによるSi₃N₄膜が、約10000Åの厚さに成膜される。最上層には、耐キャビテーション膜107がTa等で約2500Åの厚さに堆積される。

【0068】次に、本発明の液体吐出記録ヘッドおよび

その製造方法に関する各実施形態について、図3～図1を用いて説明する。

【0069】(第1の実施形態) 図3は、本発明の液体吐出ヘッドの1つの実施の形態を液流路方向で切断した状態で示す断面図である。

【0070】本形態の液体吐出ヘッドでは、液体を吐出するための吐出エネルギー発生素子として、液体に熱エネルギーを作用させる発熱体2が平滑な素子基板1に設けられており、素子基板1上に発熱体2に対応して液流路10が配されている。液流路10はオリフィスプレート51に形成された吐出口18に連通していると共に、複数の液流路10に液体を供給するための共通液室13に連通しており、吐出口18から吐出された液体に見合う量の液体をこの共通液室13から受け取る。符号Mは吐出液が形成するメニスカスを表し、メニスカスMは、吐出口18及びそれに連通する液流路10の内壁によって発生する毛細管力によって通常負圧である共通液室13の内圧に対して、吐出口18近傍でつり合っている。

【0071】液流路10は、発熱体2を備えた素子基板1と基板50とが接合されることで構成されており、発熱体2と吐出液との接する面の近傍領域には、発熱体2が急速に加熱されて吐出液に発泡を生じさせる気泡発生領域11が存在する。この気泡発生領域11を有する液流路10に可動部材31の少なくとも一部が発熱体2と対面するように、間隙をおいて配されている。この可動部材31は素子基板1上に支持固定され、吐出口18に向かう下流側に自由端32を有すると共に、上流側に支点33が構成されている。特に本形態では、上流側へのバック波及び液体の慣性力に影響する、気泡の上流側半分の成長を抑制するため、自由端32が気泡発生領域11の中央付近に配されている。そして可動部材31の自由端は、気泡発生領域11で発生する気泡の成長に伴い、支点33を中心として吐出口18側に変位可能である。

【0072】気泡発生領域11の中央上方にはストッパ(規制部)64が位置していて、気泡の上流側半分の成長を抑制するために可動部材31の変位をある範囲で規制している。ストッパ64は、液流路10の可動部材31からの距離を部分的に小さくすることにより形成されている。共通液室13から吐出口18への流れにおいて、ストッパ64を境に上流側に、液流路10と比較して相対的に流路抵抗の低い低流路抵抗領域65が設けられている。この領域65における流路構造は上壁がなかったり流路断面積が大きいことなどで、液の移動に対し流路から受ける抵抗を小さくしている。

【0073】次に、本実施形態の液体吐出ヘッドの可動部材の製造方法について、図4および図5を参照して説明する。図4および図5は、図3に示した液体吐出ヘッドにおける可動部材の製造工程を示す図であり、図4は素子基板等を複数の可動部材の配列方向に切断した状態

で示す断面図、図5は素子基板等を可動部材の長さ方向に切断した状態で示す断面図である。なお、図4の

(a)～(e)は、それぞれ図5の(a)～(e)に対応する。

【0074】まず、図4(a)および図5(a)に示すように、素子基板1上に、電気的な接続用パッド部分を保護するためのパッド保護層として、TiW膜201を、スパッタリング法を用いて素子基板1上の全面に約2000Åの厚さで成膜する。

【0075】次に、図4(b)および図5(b)に示すように、発熱体2と可動部材31との間の間隙形成部材となるAl膜202を、スパッタリング法を用いてTiW膜201の上に約5μmの厚さで成膜し、周知のフォトリソグラフィプロセスを用いて、パターンニングを行う。なお、間隙形成部材の構成材料には、上記に説明したAlの他にも、Al-Cu、Al-Ni、Al-Cr、Al-CoまたはAl-Fe等のアルミニウム合金を用いることができる。

【0076】その後、図4(c)および図5(c)に示すように、プラズマCVD法を用いて、可動部材31となる厚さが約5μmの可動部材用基材部としてのSiN膜203をAl膜202およびTiW膜201の上に成膜する。

【0077】次に、SiN膜203から櫛歯形状の可動部分と支持固定部分とを形成するために、図4(d)および図5(d)に示すように、フォトリソグラフィプロセスを用いてSiN膜203をパターンニングした後、Al膜202をエッチングストップ層として用いてエッチングを行う。これにより、素子基板1はエッチングされずに上記SiN膜203のみがエッチングされ、その櫛歯の部分が可動部材31となる。

【0078】最後に、酢酸、りん酸および硝酸の混酸を用いてAl膜202を加温エッチングしてAl膜202を除去した後、過酸化水素を用いてパッド保護層であるTiW膜201の露出部分を除去すると、図4(e)および図5(e)に示すように、素子基板1との固定部として段差部を有し、可動部においては発熱体2との間にギャップを有する液体吐出ヘッドの可動部材31が形成される。

【0079】ここで、本実施形態においては、詳細は後述するように可動部材31を形成する各層の材料に同一の元素が含まれていることで、上述の可動部材31の製造工程において、犠牲層(間隙形成部材)としてのAl膜202を除去する際に、剥離液(本実施形態では酢酸、りん酸および硝酸の混酸)との選択比をきわめて大きく(ほぼ無限大に)とることが出来る。従って、量産性が向上するとともに、歩留まりも高くなり、製造ばらつきの少ない液体吐出記録ヘッドを容易に提供することが出来る。

【0080】そして、上述のようにして素子基板1上に

可動部材31を形成した後は、図3に示したように、その素子基板1上に、液流路10及び共通液室13を形成した天板50を接合するとともに、吐出口18を形成したオリフィスプレート51を接合し、液体吐出ヘッドとなる。

【0081】ここで、可動部材31となるSiN膜203の成膜工程について、図6及び図7を参照してさらに詳細に説明する。図6は、可動部材を構成する可動部材用基材部としてのSiN膜の成膜工程を模式的に説明する説明図であり、図7は図6に示す製造工程における可動部材の要部を示す模式的断面図である。なお、図6(a)～(c)は、図7(a)～(c)に、それぞれ対応している。

【0082】本実施形態では、プラズマCVDによるSiN膜203の成膜積層を5回に分けて行う。

【0083】まず、図6(a)及び図7(a)に示すように、表面にAl膜202が形成された素子基板1(ウエハ750上に多数形成されている)をプラズマCVD装置700のカセット挿入口730から挿入する(図6(a)の矢印(1)参照)。そして、素子基板1を移動装置720などを用いてプラズマCVD装置700の第1の反応室705に移動させ(図6(a)の矢印(2)参照)、この反応室705内で素子基板1の上に厚さが約1.0μmの第1のp-SiN膜203aを成膜する(図6(a)の矢印(3)参照)。その後、素子基板1を装置内の移動装置720などを用いて大気に触れさせることなく第1の反応室から第2の反応室710に移動させ(図6(a)の矢印(3)参照)、この反応室710内で図7(a)に示すように第1のp-SiN膜203aの上に厚さが約0.5μmの第1のp-SiO₂膜203bを成膜する。

【0084】次に、移動手段720などを用いてウエハ750を大気に触れさせることなく再び第2の反応室710から第1の反応室705に移動させ(図6(b)の矢印(4)参照)、厚さが約1.0μmの第2のp-SiN膜203cを成膜する。その後、図7(a)に示した工程と同様、再度移動手段720などを用いてウエハ750を大気に触れさせることなく第1の反応室705から第2の反応室710に移動させ(図6(b)の矢印(5)参照)、同様の成膜工程を繰り返し行い、図7

(b)に示すように、第2のp-SiN膜203cの上に第2のp-SiO₂膜203dを成膜する。

【0085】最後に、再度移動手段720などを用いてウエハ750を触れさせることなく再び第2の反応室710から第1の反応室705に移動させ(図6(c)の矢印(6)参照)、第2のp-SiO₂膜203dの上に第3のp-SiN膜203eを成膜すると、図7(c)に示すような5層構造のSiN膜203が構成される。その後、移動手段720を用いて第1の反応室705から素子基板1を有するウエハ750を取り出し(図6

(c)の矢印(7)参照)、さらにプラズマCVD装置700のカセット挿入口730から取り出す(図6(a)の矢印(1)参照)。

【0086】上記のようにヤング率が比較的に高いSiN膜を積層し、SiN膜の間にヤング率が比較的に低いSiO₂膜を形成することにより、SiN膜内のグレインの成長を遮断し、粒界の繋がりを絶つとともに、可動部材の変位に伴う可動部分のしなりに対する許容度が増し、可動部材の強度を向上させて、可動部材の耐久性を向上させることができる。なお、ヤング率が比較的に高い材料には、上記のSiNの他、炭化シリコンを用いてもよい。

【0087】図7(d)は、図7(a)～(c)に示した成膜工程の後に、SiN膜203のエッチングと、素子基板1上のAl膜202の除去を行うことで形成された可動部材を示す模式的断面図である。ここで、SiN膜203のエッチング及び素子基板1上のAl膜202の除去を行う際に、エッチングガスおよびエッチング液によるSiN膜とSiO₂膜との選択比(エッチングレート)により、図7(d)に示すように、可動部材31の外周部31aがノコギリ歯状に形成される。なお、図7(d)は可動部材の断面図であるため、ノコギリ歯状の部分は可動部材の自由端側にのみ図示されている。本実施形態では、エッチングガスに対するSiN膜とSiO₂膜との選択比が約1:2となっているので、図7(d)に示すようにSiO₂膜がSiN膜に対して凹部を形成する。この凹部の深さΔtは、本実施形態ではΔt=1.0μm程度となっている。

【0088】このように、本実施形態の可動部材では、可動部材の厚み方向に直交する断面の面積及び外周長さが、大(第1のp-SiN膜)→小(第1のp-SiO₂膜)→大(第2のp-SiN膜)→小(第2のp-SiO₂膜)→大(第3のp-SiN膜)と変化する。以下、本明細書中では、このような可動部材の厚み方向に直交する断面の面積及び外周長さが変化する形状を、「厚み方向にノコギリ歯状である」と称することにする。

【0089】可動部材31にこのようなノコギリ歯を形成することで、発熱体2により発生する気泡の発生及び消滅により可動部材31が変位する際に、ノコギリ歯状の外周端面により乱流が発生する。その結果、微小気泡が液流路10中および共通液室13内にあったとしても、それを吐出口18を介して吐出させ、共通液室13側に移動することを抑制する作用がある。

【0090】さらに、本実施形態のように可動部材31の外周部をノコギリ歯状に形成することで、同じ厚さを有する平板からなる可動部材31に対して、自由端32方向の曲げ剛性とねじり剛性がそれぞれ増加する。その結果、同じ剛性を有する平板からなる可動部材と比べると、外周部がノコギリ歯状に形成される可動部材31の方が薄くてすむため、水力特性に優れる、という利点が

ある。すなわち、このようなノコギリ歯を形成することで、発熱体2により発生する気泡の発生及び消滅により液流路10内のインクに流れが生じる際に、可動部材31の先端部が他の部分に比べてよりしなりやすくなる。これにより、可動部材31が上下に変位する応答性が早くなり、結果として、ノズル先端の吐出口18や発熱体2の上ヘインクをリフィルする速度などが速くなる。

【0091】可動部材31にこのようなノコギリ歯状の外周部を形成するためには、可動部材31の各層の材料が、例えばフッ素系ガスなどによるドライエッチングプロセスにおいてフッ素ガスとの選択比の差が生じる組み合わせであればよく、SiNに対する組み合わせとしては、例えばSiCやアモルファスシリコン、SiGe、SiOなどをを用いることができる。

【0092】本実施形態では、可動部材31の変位に伴う可動部分(特に支点33の部分)のしなりに対する許容度が増し、可動部材31の強度を向上させて、可動部材31の耐久性を向上させることが可能となっている。

【0093】本実施形態ではSiN膜203を5層構造に構成する例を挙げて説明したが、この効果を得るためには、SiN膜203は必ずしも5層構造である必要はない。例えば2層のSiN膜層の間に、それらのSiN膜とはヤング率が異なるSiO₂膜層が挟まれてなる3層構造を少なくとも有するなど、隣接する領域とヤング率の異なる層が3層以上に積層された構造に形成されている構造であればよい。この場合、SiN膜203は約5μmの厚さに形成される。

【0094】なお、上述の効果は、可動部材31の材料としては本実施形態のようにシリコンを含む材料だけでなく、他の金属を用いてもよい。しかしながら、本実施形態のように各層に同一の元素を有することは、各層同士の間での密着性を向上させ、可動部材の使用中に各層が互いに剥離するおそれをなくするので、より望ましい。また、より望ましい形態としては、本実施形態及び上述の変形例のように、可動部材31が、ヤング率が比較的に低い材料からなる層がヤング率が比較的に高い材料からなる層の間に挟まれた構造を有している構成とすることが好ましい。

【0095】(第2の実施形態)図8は、本発明の液体吐出ヘッドの第2の実施形態の液流路方向に沿った断面図である。

【0096】図8に示すように、この液体吐出ヘッドは、液体に気泡を発生させるための熱エネルギーを与える複数個(図8では1つのみ示す)の発熱体2が並列に設けられた素子基板1と、この素子基板1上に接合された天板3と、素子基板1および天板3の前端面に接合されたオリフィスプレート4とを有する。素子基板1は、シリコン等の基体上に絶縁および蓄熱を目的とした酸化シリコン膜または窒化シリコン膜を成膜し、その上に、発熱体2を構成する電気抵抗層および配線電極をパター

ニングしたものである。より詳細には、図1に示した構造を有し、図1における熱作用部108が発熱体2に相当する。この配線電極から電気抵抗層に電圧を印加し、電気抵抗層に電流を流すことで発熱体2が発熱する。

【0097】天板3は、各発熱体2に対応した複数の液流路7および各液流路7に液体を供給するための共通液室8を構成するためのもので、天井部分から各発熱体2の間に延びる流路側壁9が一体的に設けられている。天板3はシリコン系の材料で構成され、液流路7および共通液室9のパターンをエッチングで形成したり、シリコン基板上にCVD等の公知の成膜方法により窒化シリコン、酸化シリコン等の流路側壁9となる材料を堆積した後、液流路7の部分をエッチングして形成することができる。

【0098】オリフィスプレート4には、各液流路7に対応しそれぞれ液流路7を介して共通液室8に連通する複数の吐出口5が形成されている。オリフィスプレート4もシリコン系の材料からなるものであり、例えば、吐出口5を形成したシリコン基板を10~150 μ m程度の厚さに削ることにより形成される。なお、オリフィスプレート4は本発明には必ずしも必要な構成ではなく、オリフィスプレート4を設ける代わりに、天板3に液流路7を形成する際に天板3の先端面にオリフィスプレート4の厚さ相当の壁を残し、この部分に吐出口5を形成することで、吐出口付きの天板とすることもできる。

【0099】さらに、この液体吐出ヘッドには、発熱体2に対面して配置され、素子基板1に直接固定された片持ち梁状の可動部材6が設けられている。可動部材6は、窒化シリコン、酸化シリコンまたは炭化シリコン等のシリコン系の材料で形成された薄膜である。

【0100】この可動部材6は、液体の吐出動作によって共通液室8から可動部材6の上方を経て吐出口5側へ流れる大きな流れの上流側において素子基板1に支持固定され、支点6aが構成されている。さらに、この支点6aに対して下流側に自由端6bを持つように、発熱体2に面した位置に自由端6aを発熱体2の中央付近に位置させて発熱体2から所定の距離を隔てて配されている。本実施形態の可動部材6は、支点6a部分に曲面部を有している。また、この発熱体2と可動部材6との間が気泡発生領域11となる。

【0101】上記構成に基づき、発熱体2を発熱させると、可動部材6と発熱体2との間の気泡発生領域11の液体に熱が作用し、これにより発熱体2上に膜沸騰現象に基づく気泡が発生し、成長する。この気泡の成長に伴う圧力は可動部材6に優先的に作用し、可動部材6の自由端6bは図1に破線で示されるように、支点6aを中心に吐出口5側に大きく開くように変位する。可動部材6の変位もしくは変位した状態によって、気泡の発生に基づく圧力の伝搬や気泡自身の成長が吐出口5側に導かれ、吐出口5から液体が吐出する。

【0102】つまり、気泡発生領域11上に、液流路7内の液体の流れの上流側（共通液室8側）に支点6aを持ち下流側（吐出口5側）に自由端6bを持つ可動部材6を設けることによって、気泡の圧力伝搬方向が下流側へ導かれ、気泡の圧力が直接的に効率よく吐出に寄与することになる。そして、気泡の成長方向自体も圧力伝搬方向と同様に下流方向に導かれ、上流より下流で大きく成長する。このように、気泡の成長方向自体を可動部材によって制御し、気泡の圧力伝搬方向を制御することで、吐出効率や吐出力または吐出速度等の根本的な吐出特性を向上させることができる。

【0103】一方、気泡が消泡工程に入ると、可動部材6の弾性力との相乗効果で気泡は急速に消泡し、可動部材6も最終的には図7に実線で示した初期位置に復帰する。このとき、気泡発生領域11での気泡の収縮体積を補うため、また、吐出された液体の体積分を補うために、上流側すなわち共通液室8側から液体が流れ込み、液流路7への液体の充填（リフィル）が行われるが、この液体のリフィルは、可動部材6の復帰作用に伴って効率よく合理的かつ安定して行われる。

【0104】上述した液体吐出ヘッドの可動部材は、基本的には前述の第1の実施形態と同様、図4及び図5に示す製造工程により製造される。

【0105】そこで、前述の第1の実施形態と異なる製造方法により製造される、可動部材6となるSiN膜203の成膜工程について、図9及び図10を参照して詳細に説明する。

【0106】本実施形態では、プラズマCVDによるSiN膜203の成膜積層を3回に分けて行う。

【0107】まずはじめに、図9(a)に示すように、素子基板1を多数有するウエハ750をプラズマCVD装置800のカセット挿入口830から挿入する（図9(a)の矢印(1)参照）。そして、ウエハ750を移動装置820等を用いてCVD装置800の反応室805に入れて（図9(a)の矢印(2)参照）、第1のp-SiN膜203fを約1.6 μ mの膜厚で成膜する。その後、ウエハ750を移動装置820などを用いてCVD装置の反応室805から出して（図9(a)の矢印(3)参照）、カセット取り出し口から取り出すことで大気中に放置し（図9(a)の矢印(4)参照）、表面に第1の酸化膜203gを形成させる。すると、図10(a)に示すように2層の膜203f、203gが形成される。

【0108】次に、図9(b)に示すように、ウエハ750を、カセット挿入口830からプラズマCVD装置800内に再度挿入する（図9(b)の矢印(5)参照）。そして、移動手段820などを用いてCVD装置800の反応室805に入れて（図9(b)の矢印(6)参照）、図10(b)に示すように第2のp-SiN膜203hを約1.6 μ mの膜厚で形成する。その後、図9(a)の場合と同様に、ウエハ750を移動装置82

0などを用いてCVD装置の反応室805から出して(図9(b)の矢印(7)参照)、カセット取り出し口から取り出すことで大気中に放置し(図9(b)の矢印(8)参照)、表面に第2の酸化膜203iを形成させる。

【0109】さらにその上に、同様の工程(図9(c)の矢印(9)~矢印(12)を参照)を繰り返し、図10

(c)に示すように、約1.6 μ m厚の第3のp-SiN膜203j及び第3の酸化膜203kを形成する。これにより、全体として約5 μ mのSiN膜203が形成される。

【0110】このようにSiN膜203を複数回に分けて積層し、間に酸化膜の層を形成することで、前述の第1の実施形態と同様に、グレインの成長が遮断され、粒界の繋がりが断たれる。これにより、可動部材6の支点部の強度が向上し可動部材6の耐久性が向上することになる。また、可動部材6の耐久性が向上することから、可動部材6は長期の使用にわたっても安定して動作することができ、結果的に、長期にわたって吐出特性が安定し、信頼性が高い液体吐出ヘッドが得られる。

【0111】また、図9及び図10に示したようにSiN膜203を複数回に分けて積層した場合、その後のSiN膜203のエッチング工程(図4(d)及び図5(d)参照)、及びA1膜202の除去工程(図4(e)及び図5(e)参照)の際、エッチングガス及びエッチング液によるSiN膜203f、203h、203jと酸化膜203g、203i、203kとの選択比が発生し、図8(d)に示すように、可動部材6の外周端面が、可動部材6の厚み方向にノコギリ歯状になる。本実施例の場合、図8(e)に示す図8(d)の可動部材の自由端部の拡大図より明らかなように、SiN膜に対してその酸化膜のほうが $\Delta t'$ だけ窪んだ凹部となる形状になっている。この形状による効果も、第1の実施形態の場合と同様である。

【0112】また、上述のSiN膜203のエッチング工程等において、可動部材が、その厚み方向にノコギリ歯状となることを説明したが、実際には厚み方向に交差する方向についても、SEMなどで観測される程度の大きさの、厚み方向のノコギリ歯形状よりは小さいノコギリ歯状となる。すなわち、図10(d)の矢印A方向の部分拡大模式図である図10(f)に示すように、可動部材6の厚み方向に直交する任意の断面の外周部が、微小な凹凸部を有している。

【0113】このような構造を有することで、流路側壁9と可動部材6との微小な隙間にはインク層が存在する。このインク層は、発熱体2により発生する気泡の発生及び消滅により発生する液流路7内のインク流れにより可動部材6が上下に変位するのを大きく抑制しないようにする効果がある。

【0114】なお、前述の第1の実施形態及び本実施形

態のように、可動部材6が複数の「層」を積層してなる場合には、図10(g)に示す可動部材6の側面部の模式図に示すように、可動部材6にはその厚み方向及びそれに交差する方向の双方にノコギリ歯が形成されることになる。このことにより、可動部材6のインクに対する流体力学的特性を相乗的にすぐれたものとしている。

【0115】なお、可動部材6の厚み方向に交差する方向へのノコギリ歯形状の形成は、可動部材を構成する膜をパターンニングする際のマスクを利用することで積極的に形成してもよい。しかしながら、1~10 μ m程度の厚みの膜をエッチングする場合には、マスク材料がエッチングガスなどにより逆スパッタされ、それらがエッチングする膜の側壁に付着することなどにより、エッチングガスから派生するラジカル種を遮蔽する効果などが起きるため、自然とノコギリ歯状の溝が形成される。このように、可動部材の厚み方向に交差する方向へノコギリ歯形状を形成することに関しては、可動部材を形成するSiN膜は積層構造である必要はなく、図10(h)に示す可動部材の側面部の模式図に示すように単層構造であってもよい。

【0116】(第3の実施形態)図11は、図3に示した液体吐出ヘッドの可動部材の製造方法に係る第2の実施形態を示す断面図である。本実施形態は、素子基板1上の可動部材31が固定される部分に台座204を設けたことを特徴としている。

【0117】まず、素子基板1上の可動部材31が固定される部分に、TiやTaを含む材料からなり、可動部材31を構成する可動部材用基材部としてのSiN膜203の応力を緩和し、かつSiN膜203の密着性を高める効果がある台座204をパターンニングする(図11(a))。その後、素子基板1および台座204上に、間隙形成部材であるA1膜202を成膜し、パターンニングを行う(図11(b))。

【0118】続いて、A1膜202および台座204の上に、可動部材31となるSiN膜203をプラズマCVD法を用いて成膜し(図11(c))、SiN膜203のパターンニングを行った後、A1膜202をエッチングストップ層として用いてエッチングを行う(図11(d))。

【0119】最後に、酢酸、りん酸および硝酸の混酸を用いてA1膜202を加温エッチングしてA1膜202を除去した後、過酸化水素を用いてパッド保護層であるTiW膜201の露出部分を除去すると、図11(e)に示すように、可動部材31が台座204の上に形成される。

【0120】上記のように、素子基板1上の可動部材31が固定される部分に台座204を設けることにより、可動部材31の支持固定部と素子基板1との接続強度が増し、可動部材31の機械的な耐久性が一層向上する。

【0121】図12および図13は、本実施形態の液体

10

20

30

40

50

吐出ヘッドの一部を示す透視斜視図である。

【0122】本発明の液体吐出ヘッドで採用した可動部材は、図12および図13に示すような状態において、発生した気泡に伴って可動部材31が大きいたわむ際の、可動部材31の強度向上を図ることができる。さらに、可動部材31が大きいたわんだ時に、支点33が支えなければならない強度に関しても、十分対応できるようになっている。

【0123】そして、液体吐出ヘッド基体上に可動部材を形成した後は、図13に示すインクの吐出のための吐出口18等が形成されて、液体吐出ヘッドが構成される。

【0124】(第4の実施形態) 前述の各実施形態では、可動部材を形成する層は例えばSiN膜とSiO₂膜やSiN膜とその酸化膜など、材料が異なるものであったが、本発明の「層」はこのように互いに材料が異なるものにかぎられない。また、前述の各実施形態では、その製造工程も各成膜工程の終わりの時間と次の成膜工程の始まりの時間とが、間に移動工程を含むことなどによる不連続なものであったが、本発明の1回の成膜工程はこのように時間によって区切られるものにかぎられない。そこで、本実施形態では、同一の材料が積層される可動部材の構造について、図14及び図15を用いて詳細に説明する。

【0125】図14(a)及び(b)は、本発明の第4の実施形態の、可動部材の製造工程における可動部材の要部を示す模式的断面図である。なお、本実施形態においては、記録ヘッド全体の構成については前述の各実施形態を適用可能であるので、その詳細については省略する。

【0126】また、図14(c)は、本発明の第4の実施形態に用いられるCVD装置の概要を説明するための説明図である。図14(c)において、SiN膜203を形成するためのプラズマCVD装置900の反応室943a内には、所定の距離をおいて互いに対向するRF電極942aおよびステージ945aが備えられている。RF電極942aには、反応室943aの外部のRF電源941aによって電圧が印加される。一方、ステージ945aのRF電極942a側の面上には素子基板1が取り付けられており、素子基板1の発熱体2側の面がRF電極942aと対向している。ここで、素子基板1が有する、発熱体2の面上に形成されたTaからなる耐キャビテーション膜は、前述したように素子基板1のシリコン基板と電気的に接続されており、間隙形成部材202は、素子基板1のシリコン基板、およびステージ945aを介して接地されている。このように構成されたプラズマCVD装置においては、前記耐キャビテーション膜が接地された状態で供給管944aを通して反応室943a内にガスを供給し、素子基板1とRF電極942aとの間にプラズマ946を発生させる。反応室9

43a内でのプラズマ放電により分解されたイオン種やラジカルが素子基板1上に堆積することで、SiN膜203が素子基板1上に形成される。その際、イオン種やラジカルにより素子基板1上に電荷が発生するが、上述したように耐キャビテーション膜が接地されていることにより、素子基板1内の発熱体2やラッチ回路などの機能素子がイオン種やラジカルの電荷によって損傷することが防止される。

【0127】さて、本実施形態においては、図14(c)に示す反応室943a内で、まず、膜の積層開始、成長初期には約300℃として、積層温度を徐々に上げていき、膜の積層温度が約400℃になったところで、積層温度を一定に保持する(図15(b)参照)。この間、図15(a)に示すように膜厚は、ほぼ一定して増加するが、積層温度が約300℃付近の状態 で形成した膜(図15(b)の期間t1で形成される膜)は、積層温度が約400℃付近の状態 で形成した膜(図15(b)の期間t2で形成される膜)と比較すると密度が低くなる。そのため、図14(a)に示すように第1のSiN膜疎部2031の上に第1のSiN膜密部203mが形成される。

【0128】その後、図15(b)に示すように再度積層温度を約300℃まで徐々に下げていき、約300℃になったところで一定に保持して、再度積層温度を約400℃まで徐々に上げていく。すると、図14(b)に示すように第2のSiN膜疎部203n(図15(b)の期間t3で形成される)と、第2のSiN膜密部203o(図15(b)の期間t4で形成される)とが形成される。

【0129】このような膜質の変化は、エッチングレートにも関連し、膜質が疎の状態の部分(2031、203n)の方が、密な部分(203m、203o)と比べてエッチングレートが早いために、形成される可動部材の断面は、前述の第1実施例などと同様、厚み方向にもノコギリ歯形状になる。

【0130】また、膜質が疎の状態の部分(2031、203n)は密な部分(203m、203o)と比べてヤング率も異なるので、前述の各実施形態において説明したように、可動部材の変位に伴う可動部分のしなりに対する許容度が増し、可動部材の強度を向上させて、可動部材の耐久性を向上させることができる。このように、本発明における「層」とは、隣接する層との密度や組成が異なるものとして定義され、本実施形態では4層構造となる。

【0131】なお、各層の間には隣接する層との間に明確な区切りがあってもよいが、特に本実施形態のように疎密が変化する形態などでは、実際には図15(c)に示すように隣接する層とは明確な区切りがない場合がある。図15(c)は、可動部材の断面の模式図であり、材料が密の部分を濃く示している。このように、境界領

域がはっきりせず、徐々に材料の密度が密から疎を介して密へとなるような場合には、それぞれ隣接する部分に対して相対的に疎である領域、および密である領域をそれぞれ「層」として定義すればよい。従って、このような隣接する層と明確な区切りがなくても本発明の「層」に含まれるものとする。

【0132】また、前述の実施形態では第1の成膜工程の終わりの時間と第2の成膜工程の始まりの時間とが連続している。しかしながら、本実施形態においても、第1の成膜工程で製造されたSiN膜(2031、203m)と、第2の成膜工程で製造されたSiN膜(2031、203m)との間では、前述の第1～第3の実施形態と同様に、グレインの成長が遮断され、粒界の繋がりが断たれる。これにより、可動部材の支点部の強度が向上し可動部材の耐久性が向上することになる。また、可動部材の耐久性が向上することから、可動部材は長期の使用にわたっても安定して動作することができ、結果的に、長期にわたって吐出特性が安定し、信頼性が高い液体吐出ヘッドが得られる。

【0133】このように、本発明における1回の成膜工程とは、各工程により成膜された膜の基板側とその反対側とで密度や組成等が異なるような成膜工程としても定義できるものである。

【0134】(第5の実施形態)図16は、本発明の第5の実施形態を説明するための説明図である。本実施形態では前述の第1～第4の実施形態とは異なり、隣接する層とヤング率が互いに異なる3層以上の積層構造をなす可動部材や、少なくとも2回以上の成膜工程により製造される可動部材を開示するものではない。しかしながら、本実施形態単独で気泡の発生に基づく圧力による可動部材の自由端の変位を利用して液体を吐出する際に、吐出特性が安定した信頼性の高い液体吐出ヘッドを提供することが出来る他、前述の各実施形態に適用可能することで、相乗的に吐出特性が安定した信頼性の高い液体吐出ヘッドを提供することが出来るものである。

【0135】図16(a)は、本発明の第5の実施形態の、可動部材の製造工程における可動部材の要部を示す模式的断面図である。なお、本実施形態においては、記録ヘッド全体の構成については前述の各実施形態を適用可能であるので、その詳細については省略する。なお、第3実施形態と組み合わせる場合には、可動部材を形成する膜は、基板上ではなく台座上に形成される。

【0136】図16(a)に示す可動部材は、前述の図14(c)に示すようなCVD装置により成膜される。ここで、前述の第4実施例と同様、膜の積層開始、成長初期には約300℃として、積層温度を徐々に上げていき、膜の積層温度が約400℃になったところで、積層温度を一定に保持し、そのまま所望の膜厚が形成できるまで積層していく(図16(b)参照)。この時、膜厚は、ほぼ一定して増加する(図16(c)参照)が、積

層初期の膜203p(図16(b)の期間t1で形成された膜)の膜質は、積層温度が高い状態で形成した膜203q(図16(b)の期間t2で形成された膜)の膜質と比較すると密度が低く、その密度は、積層方向に沿って高くなっている。

【0137】このように、可動部材と素子基板表面1との密着部に疎な部分を形成することで、可動部材を形成する膜の急激な応力変化を抑制し、密着部の結合力を強固にし、且つ、Al犠牲層上のヒロックやウィスカーなどの発生を抑制することができる。従って、本実施形態単独で気泡の発生に基づく圧力による可動部材の自由端の変位を利用して液体を吐出する際に、吐出特性が安定した信頼性の高い液体吐出ヘッドを提供することが出来る。

【0138】なお、前述の第4実施例及び本実施例において、成膜される材料の密度を変化させる一例として、反応室内の温度を例にとり説明したが、成膜される材料の密度を変化は温度変化だけではなく、例えば反応室内へ供給管から供給されるガスの流量(図16(d)参照)や、反応室の真空度(図16(e)参照)によっても変化させることが可能である。それぞれ、他の要因を一定とした場合、ガス流量が多く反応室内のガス濃度が高い場合、及び真空度が高い場合に材料は密になる。そこで、図16(d)及び図17(e)のそれぞれにおいて、期間t1での成膜においてSiN膜203pを、期間t2での成膜においてSiN膜203qを形成することが出来る。

【0139】なお、このような成膜時の材料の疎密はSiを含むものに限られることなく、可動部材を形成する材料が他の金属の場合でも本実施例は適用可能である。

【0140】(その他の実施形態)次に、上記説明した液体吐出ヘッドが搭載された液体吐出ヘッドカートリッジを概略説明する。

【0141】図17は、前述した液体吐出ヘッドが搭載された液体吐出ヘッドカートリッジの模式的分解斜視図である。図17に示すように、液体吐出ヘッドカートリッジは、主に液体吐出ヘッド部330と液体容器331とから概略構成されている。

【0142】液体吐出ヘッド部330は、可動部材31(図3参照)が設けられた素子基板1、天板50およびオリフィスプレート51(共に図3参照)を有する溝付き部材332、押さえばね333、液体供給部材334、支持体(アルミベースプレート)335等からなっている。素子基板1には、前述のように発泡液に熱を与えるための発熱体2(図3参照)が、複数個、列状に設けられており、また、この発熱体2を選択的に駆動するための機能素子(不図示)が複数設けられている。素子基板1と可動部材31の間には、前述したように気泡発生領域11(図3参照)が形成されている。この素子基板1と溝付き部材332との接合によって、吐出され

る吐出液体が流通する液流路 10 および共通液室 13 (共に図 3 参照) が形成される。

【0143】押さえばね 333 は、溝付き部材 332 に素子基板 1 方向への付勢力を作用させる部材であり、この付勢力により素子基板 1、溝付き部材 332 および後述する支持体 335 を良好に一体化させている。

【0144】支持体 335 は、素子基板 1 等を支持するためのものであり、この支持体 335 上には、素子基板 1 に接続し電気信号を供給するためのプリント配線基板 336 や、装置側と接続することで装置側と電気信号のやりとりを行うためのコンタクトパッド 337 がさらに配置されている。

【0145】液体容器 331 は、液体吐出ヘッド部 330 に供給されるインク等の吐出液体を内部に収容している。液体容器 331 の外側には、液体吐出ヘッド部 330 と液体容器 331 との接続を行う接続部材を配置するための位置決め部 338 と、接続部材を固定するための固定軸 339 とが設けられている。吐出液体の供給は、液体容器 331 の吐出液体供給路 340 から液体供給部材 334 の供給路 342 を介して、各部材の供給路 341、343、344 を介して共通液室 13 (図 3 参照) に供給される。

【0146】なお、この液体容器 331 には、液体の消費後に液体を再充填して使用してもよい。このためには液体容器 331 に液体注入口を設けておくことが望ましい。また、液体吐出ヘッド部 330 と液体容器 331 とは一体であってもよく、分離可能としてもよい。

【0147】図 18 は、本実施形態の液体吐出ヘッドを装着して適用することのできるインクジェット記録装置の一例を示す概略斜視図である。

【0148】図 18 において、符号 601 は本実施形態のインクジェット記録ヘッドである。このヘッド 601 は、駆動モータ 602 の正逆回転に連動して駆動力伝達 603 および 604 を介して回転するリードスクリュウ 505 の螺旋溝 606 に対して係合するキャリッジ 607 上に搭載されており、駆動モータ 602 の動力によってキャリッジ 607 とともにガイド 608 に沿って矢印 a および b 方向に往復移動される。図示しない被記録媒体搬送装置によってプラテン 609 上を搬送されるプリント用紙 P (被記録媒体) の紙押さえ板 610 は、キャリッジ移動方向にわたってプリント用紙 P をプラテン 609 に対して押圧する。

【0149】上記のリードスクリュウ 605 の一端の近傍には、フォトカブラ 611 および 612 が配設されている。これらはキャリッジ 607 のレバー 607a のこの域での存在を確認して駆動モータ 602 の回転方向切り替え等を行うためのホームポジション検知手段である。図において、符号 613 は上述のインクジェット記録ヘッド 601 の吐出口のある前面を覆うキャップ部材 614 を支持する支持部材である。また、符号 615 は

キャップ部材 614 の内部にヘッド 601 から空吐出等されて溜まったインクを吸引するインク吸引手段である。この吸引手段 615 によりキャップ内開口部 616 を介してヘッド 601 の吸引回復が行われる。符号 617 はクリーニングブレードであり、符号 618 はブレード 617 を前後方向 (上記のキャリッジ 607 の移動方向に対して直交する方向) に移動可能にする移動部材であり、ブレード 617 および移動部材 618 は本体支持体 619 に支持されている。上記のブレード 617 はこの形態に限らず、他の周知のクリーニングブレードであってもよい。符号 620 は吸引回復操作にあたって、吸引を開始するためのレバーであり、キャリッジ 607 と係合するカム 621 の移動に伴って移動し、駆動モータ 602 からの駆動力がクラッチ切り替え等の公知の伝達手段で移動制御される。上記ヘッド 601 に設けられた発熱体 2 に信号を付与したり、前述した各機構の駆動制御を司ったりするインクジェット記録制御部は装置本体側に設けられており、ここには図示しない。

【0150】上述の構成を有するインクジェット記録装置 600 は、図示しない被記録媒体搬送装置によりプラテン 609 上を搬送されるプリント用紙 P (被記録媒体) に対し、ヘッド 601 はプリント用紙 P の全幅にわたって往復移動しながら記録を行う。

【0151】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、気泡の発生に基づく圧力による可動部材の自由端の変位を利用して液体を吐出する際に、吐出特性が安定した、信頼性の高い液体吐出ヘッド、該液体吐出ヘッドが搭載されたヘッドカートリッジおよび液体吐出装置を提供することができ、また、液体吐出ヘッドの可動部材などを高い精度で、かつ、高密度に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の液体吐出ヘッド用基体のインク路に相当する部分の断面図である。

【図 2】液体吐出ヘッド用基体の主要素子を縦断するように切断した時の模式的断面図である。

【図 3】本発明の液体吐出ヘッドの第 1 の実施の形態を液流路方向で切断した状態で示す断面図である。

【図 4】素子基板等を複数の可動部材の配列方向に切断した状態で示す断面図である。

【図 5】素子基板等を可動部材の長さ方向に切断した状態で示す断面図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態における、可動部材を構成する SiN 膜の成膜工程を説明するための、プラズマ CVD 装置の模式図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態における、可動部材を構成する SiN 膜の成膜工程および、成膜工程の後に形成された可動部材を示す図である。

【図 8】本発明の液体吐出ヘッドの第 2 の実施の形態を液流路方向で切断した状態で示す断面図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態における、可動部材を構成する SiN 膜の成膜工程を説明するための、プラズマ CVD 装置の模式図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態における、可動部材を構成する SiN 膜の成膜工程および、成膜工程の後に形成された可動部材を示す図である。

【図 11】図 3 に示した液体吐出ヘッドの可動部材の製造方法に係る第 3 の実施形態を示す断面図である。

【図 12】本発明の第 3 の実施形態の液体吐出ヘッドの一部を示す透視斜視図である。

【図 13】本発明の第 3 の実施形態の液体吐出ヘッドの一部を示す透視斜視図である。

【図 14】本発明の第 4 の実施形態における、可動部材を構成する SiN 膜の成膜工程を説明するための模式図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施形態における、可動部材を構成する SiN 膜の成膜工程を説明するための図である。

【図 16】本発明の第 5 の実施形態における、可動部材を構成する SiN 膜の成膜工程を説明するための図である。

【図 17】液体吐出ヘッドが搭載された液体吐出ヘッドカートリッジの模式的分解斜視図である。

【図 18】本実施形態の液体吐出ヘッドを装着して適用することのできるインクジェット記録装置の一例を示す概略斜視図である。

【図 19】従来の液体吐出ヘッドにおける吐出原理を説明するための図である。

【図 20】従来の液体吐出ヘッドの例を示す断面図である。

【図 21】従来の他の液体吐出ヘッドの例を示す断面図である。

【符号の説明】

1 素子基板
2 発熱体
3, 50 天板
4, 51 オリフィスプレート
5, 18 吐出口
6, 31 可動部材
7, 10 液流路
8, 13 共通液室
11 気泡発生領域
32 自由端
33 支点
64 ストップパ
65 低流路抵抗領域
66 吐出滴
101 シリコン基板
102 熱酸化膜
103 層間膜

104 抵抗層
105 配線
106 保護膜
107 耐キャビテーション膜
108 熱作用部
201 TiW 膜
202 Al 膜 (間隙形成部材)
203, 203p, 203q SiN 膜
203a, 203f 第 1 の p-SiN 膜
203b 第 1 の p-SiO₂ 膜
203c, 203h 第 2 の p-SiN 膜
203d 第 2 の p-SiO₂ 膜
203e, 203j 第 3 の p-SiN 膜
203g 第 1 の酸化膜
203i 第 2 の酸化膜
203k 第 3 の酸化膜
203l 第 1 の SiN 膜疎部
203m 第 1 の SiN 膜密部
203n 第 2 の SiN 膜疎部
203o 第 2 の SiN 膜密部
204 台座
330 液体吐出ヘッド部
331 液体容器
332 溝付き部材
333 押さえばね
334 液体供給部材
335 支持体
336 プリント配線基板
337 コンタクトパッド
338 位置決め部
339 固定軸
340, 342 吐出液体供給路
341, 343, 344, 345 供給路
401 Si 基板
402 N 型ウェル領域
403 p 型ウェル領域
405, 412 ソース領域
406, 411 ドレイン領域
408 ゲート絶縁膜
413, 415 ゲート配線
414 蓄熱層
416, 418 層間絶縁膜
417 Al 電極
450 P-Mos
451 N-Mos
453 酸化膜分離領域
600 インクジェット記録装置
601 インクジェット記録ヘッド
602 駆動モータ
603, 604 駆動力伝達

37

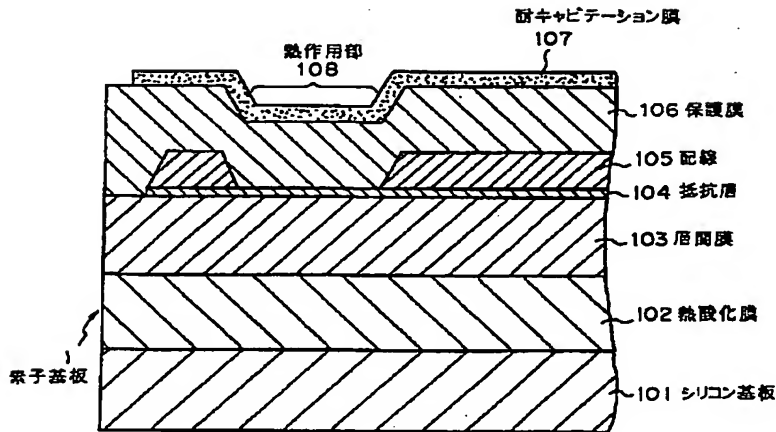
38

605 リードスクリュー
 606 螺旋溝
 607 キャリッジ
 607a レバー
 608 ガイド
 609 プラテン
 610 紙押さえ板
 611, 612 フォトカブラ
 613 支持部材
 614 キャップ部材
 615 インク吸引手段
 616 キャップ内開口
 617 クリーニングブレード
 618 移動部材

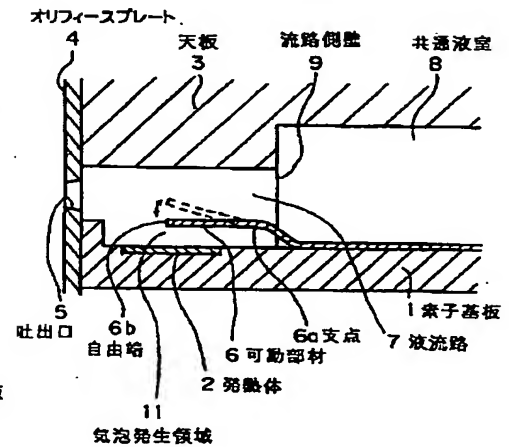
* 619 本体支持体
 620 レバー
 621 カム
 700, 800, 900 CVD装置
 705, 710, 805 反応室
 720, 820 移動装置
 730, 830 カセット挿入口
 750 ウエハ
 941a RF電源
 942a RF電極
 944a 供給管
 945a ステージ
 946 プラズマ

*

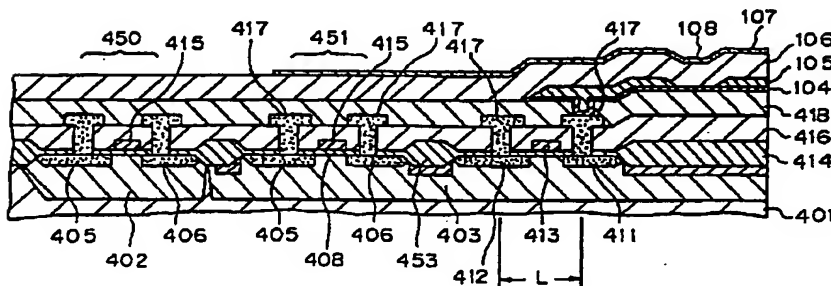
【図1】



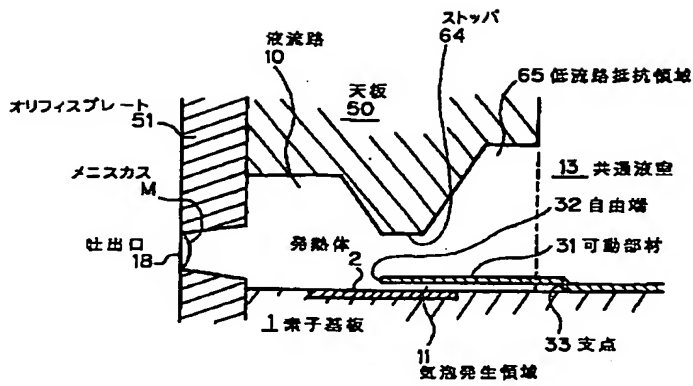
【図8】



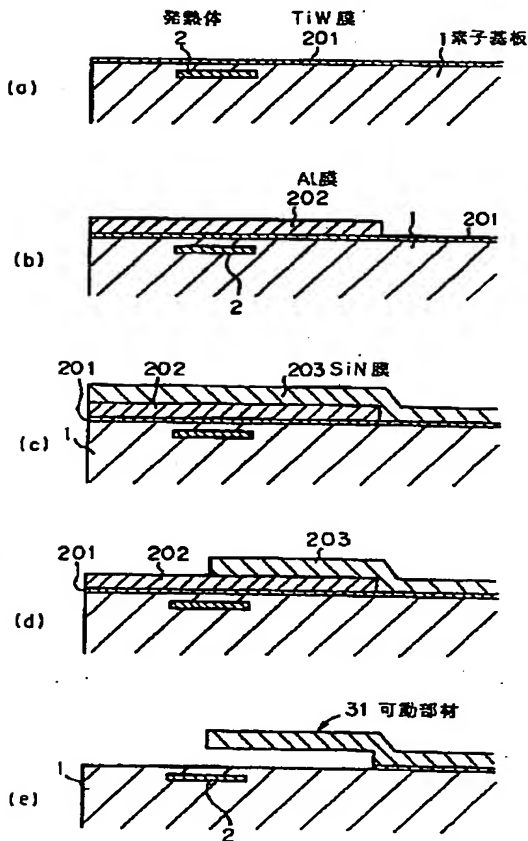
【図2】



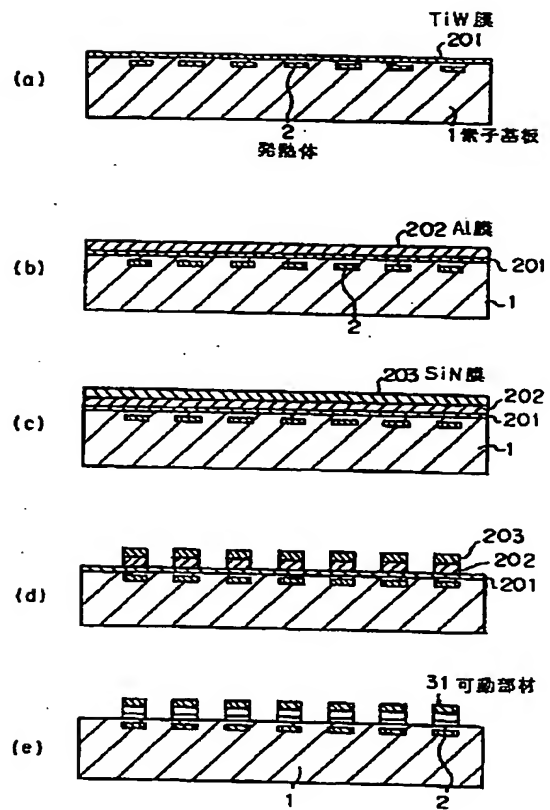
【図3】



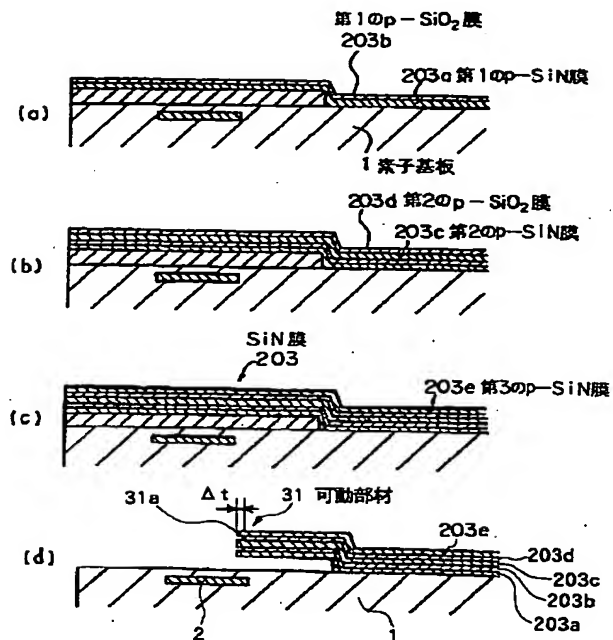
【図5】



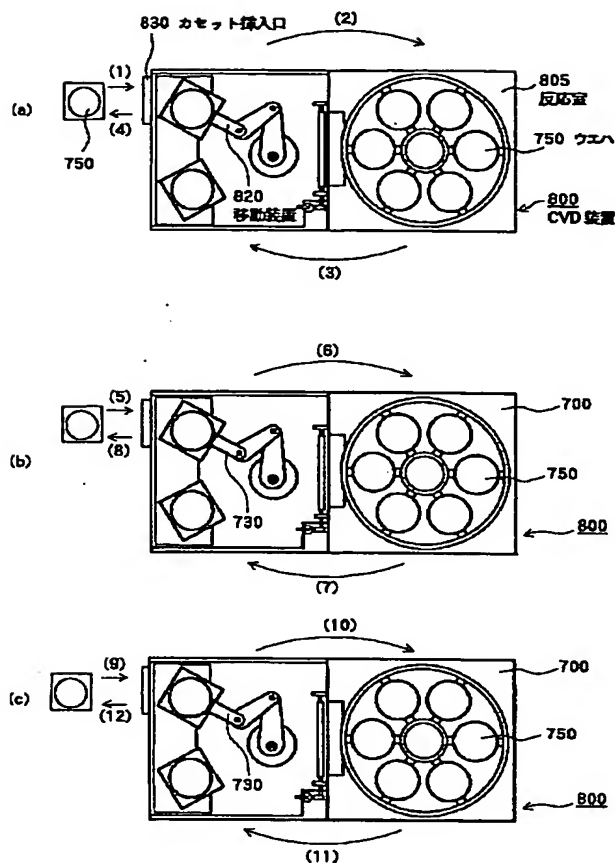
【図4】



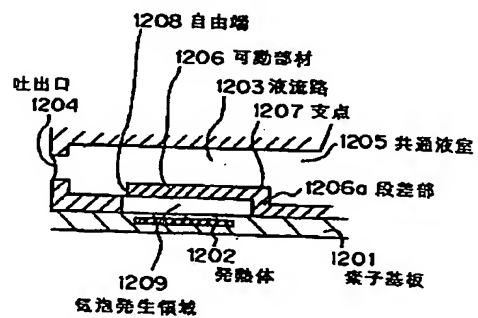
【図7】



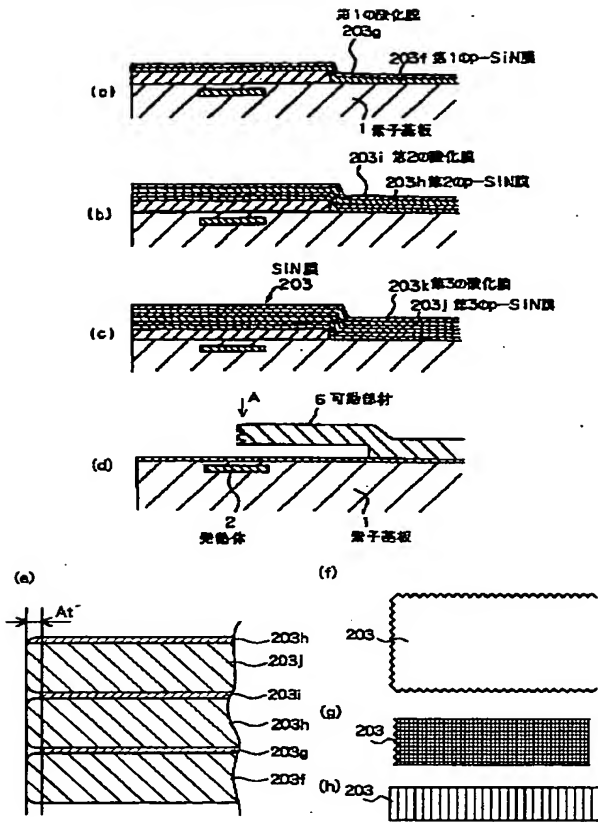
【図9】



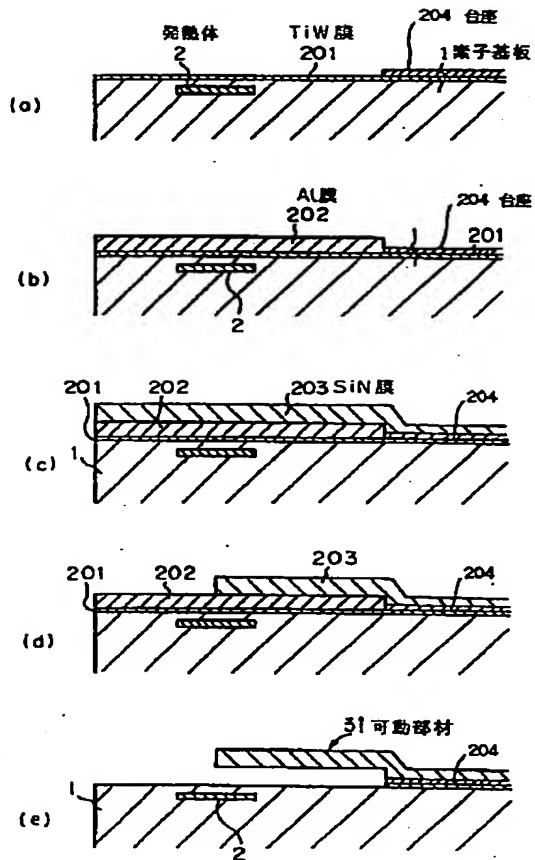
【图 2 1】



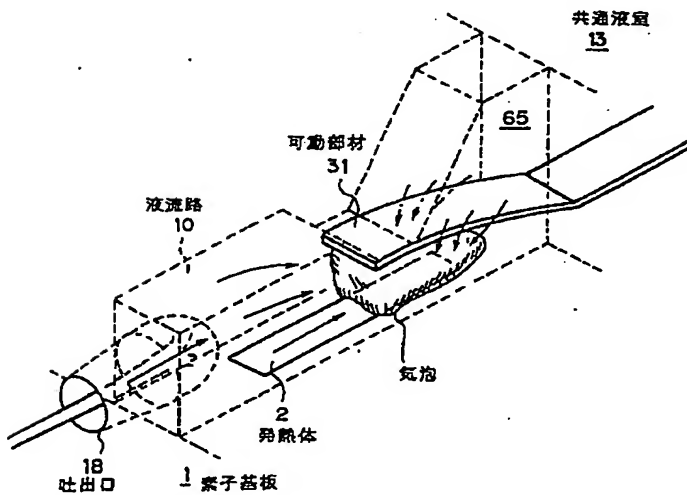
【図10】



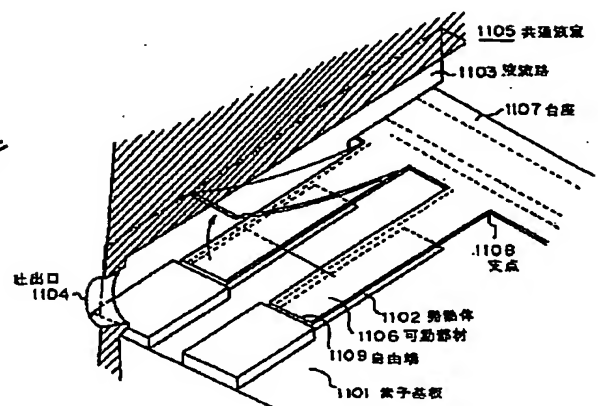
【図11】



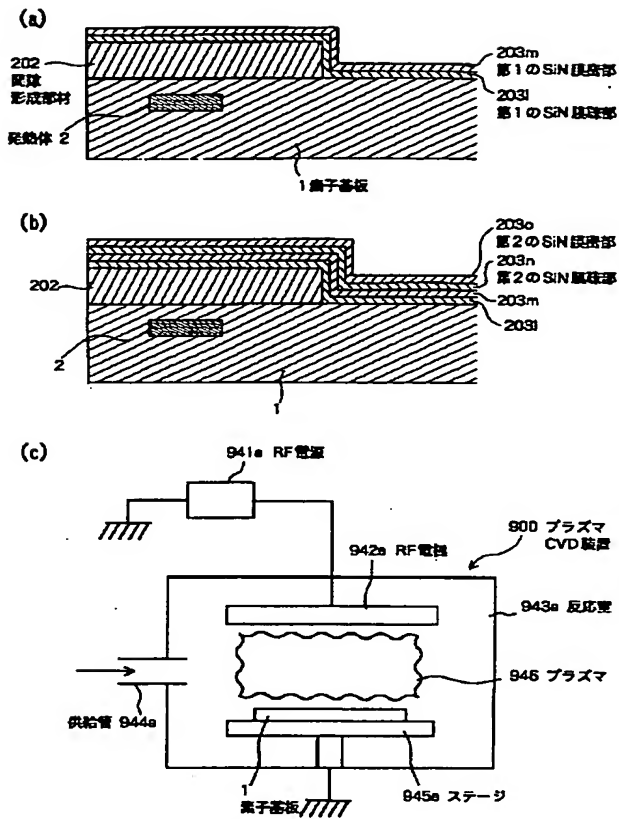
【図13】



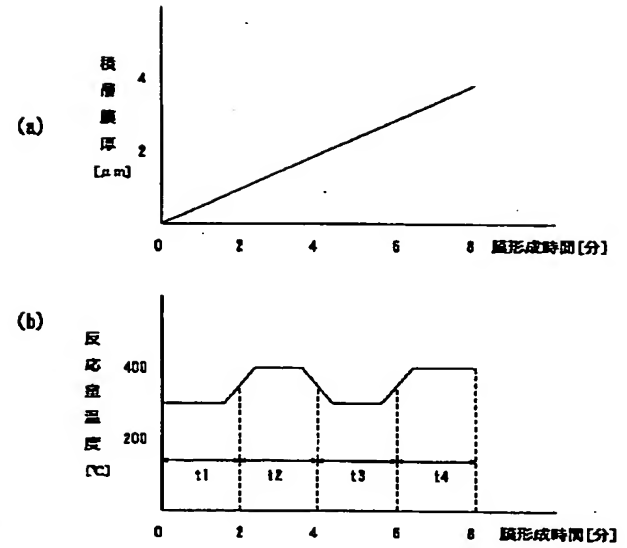
【図20】



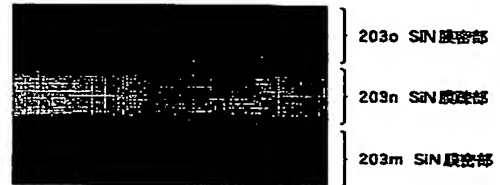
【図14】



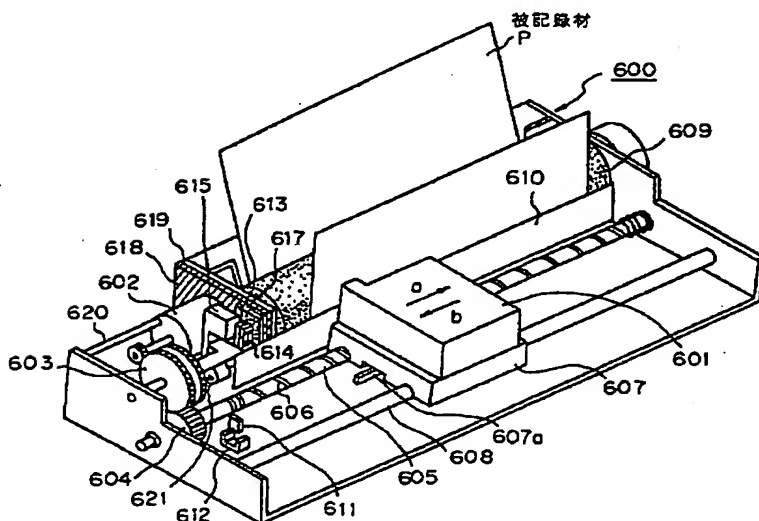
【図15】



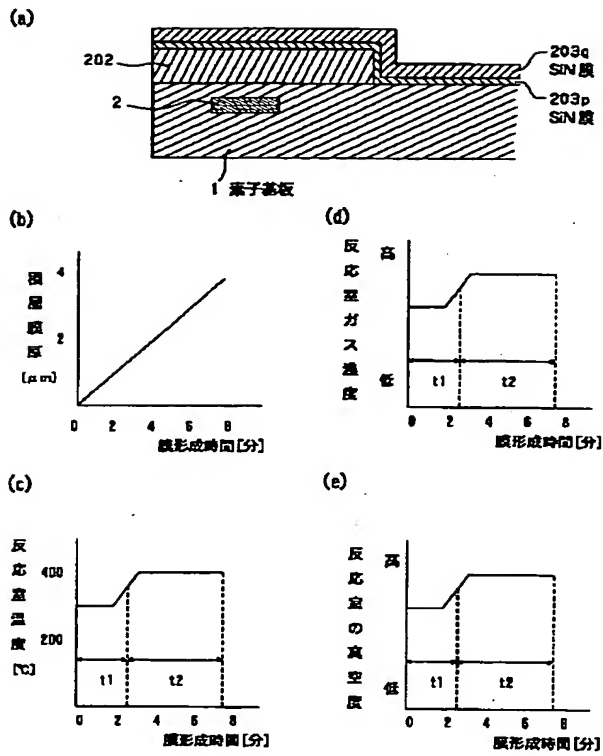
(c)



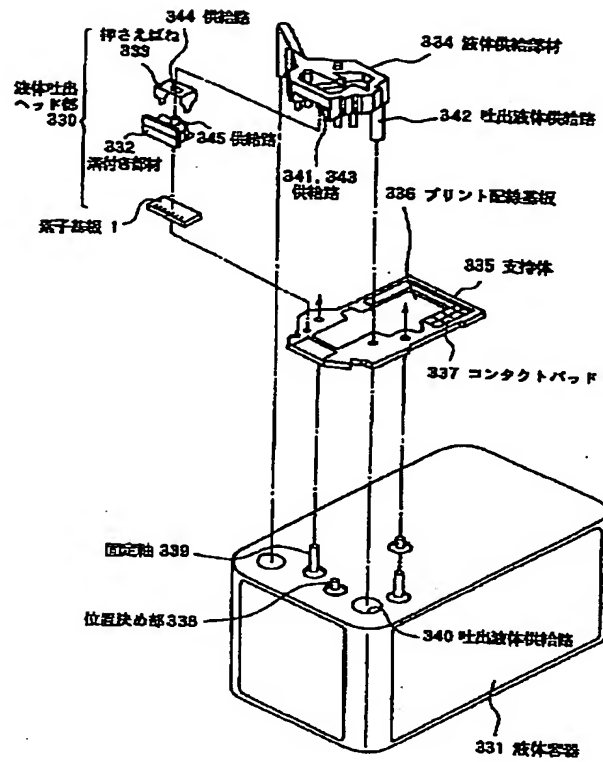
【図18】



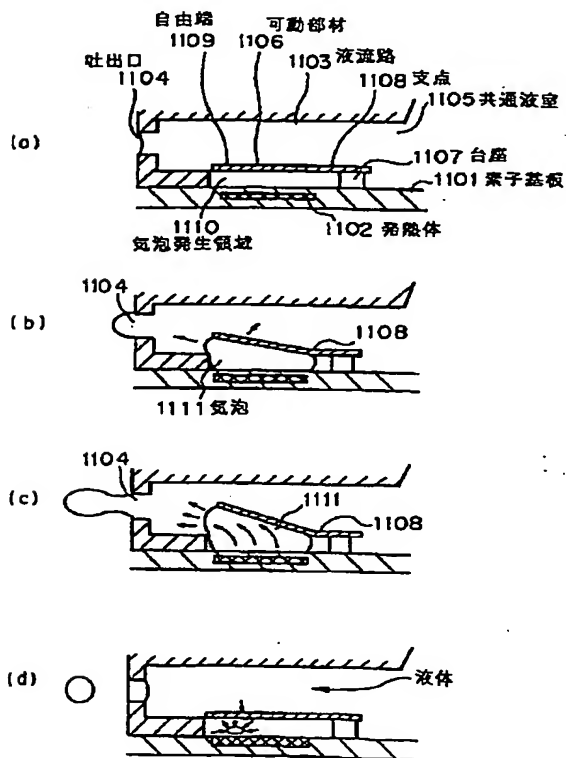
【図16】



【図17】



【図19】



フロントページの続き:

(72)発明者 尾崎 照夫
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 今仲 良行
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 望月 無我
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 榎野 俊雄
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内